Digitized by Google

Phys. g. 150 a - 4
150 a
Genie

Digitized by Google

R. W. Ritter.

Digitized by Google

Digitized by Google

Neues

Journal

der

Phyſik.

Des vierten Bandes
erſtes Heft.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Herausgegeben

von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Profeſſor zu Halle.

Mit zwey Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Bey Joh. Ambr. Barth in Leipzig erſchien in der Jubilatemeſſe 1796 des Herrn von Buat Grundlehren der Hydraulik, aus dem Franzöſiſchen überſetzt, mit Anmerkungen und Zuſätzen von Prof. Joh. Fr. Lempe, 1ſter Theil mit Kupfern. gr. 8. 1 Rthl. 20. gr.

Dieß Buch und die vorigen der Hydraulik des Herrn von Buat, ſind ſchon aus Woltmanns Beyträgen und Langsdorfs Lehrbuch dem Hydrauliker und Hydrotechniker bekannt. Bey der Schwierigkeit, daſſelbe in ſeinem Original zu erhalten, wird es genug ſeyn, nur dieſe Ueberſetzung anzuzeigen, welche durch Herrn Profeſſor Lempens Zuſätze nicht wenig gewonnen hat. Der Inhalt des erſten Theils handelt von der gleichförmigen und veränderten Bewegung des fließenden Waſſers. Erſter Abſchnitt: Allgemeine Theorie der gleichförmigen Bewegung des Waſſers. 1ſtes Cap. Allgemeine Begriffe von der Flüſſigkeit; der Bewegung des Waſſers aus Behältniſſen; verſchiedene Zuſammenziehung in der Ausflußmündung. 2tes Cap. Grundſatz der gleichförmigen Bewegung des Waſſers; Aehnlichkeit der Leitungsröhren mit Flußbetten; Grundfolmel der Bewegung des Waſſers in irgend einem Bette. 3tes Cap. Die Erfahrung beweiſet, daß der Widerſtand in einem und demſelben Bette in geringerm Verhältniſſe wächſt, als der Quadrat der Geſchwindigkeit. — Einfluß der Größe und Geſtalt des Bettes auf die Geſchwindigkeit. 4tes Cap. Allgemeine Betrachtung über die Natur des Widerſtandes, der durch die Reibung verurſacht wird. 5tes Cap. Unterſuchung über das Verhältniß zwiſchen Geſchwindigkeit des Waſſers und Abhang des Bettes; 6ſtes Cap. Verfolg der Unterſuchung, die Formel über die gleichförmige Bewegung des Waſſers allgemein zu machen. Wirkung der Klebrigkeit des Waſſers. 7tes Cap. Allgemeine Formel der mittlern gleichförmigen Geſchwindigkeit des Waſſers in jedem Bette. Analyſe dieſer Formel. Urſache der Vernichtung dieſer Geſchwindigkeit. Kurze Wiederholung der Grundſätze. 8tes Cap. Uebereinſtimmung der Erfahrung mit der Theorie über die gleichförmige Bewegung des Waſſers. Zweyter Abſchnitt: Theorie der Flußbetten. Ihre Entſtehung. 1ſtes Cap. Von der Geſtalt der Flußbetten. 2tes Cap. Verſchiedene Geſchwindigkeiten des Waſſers

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

in einem gleichförmigen Strome. Vergleichung der an der Oberfläche mit der am Grunde. 3tes Cap. Wechſelſeitige Einwirkung des Stromes und des Bettes. Allgemeiner Begriff vom Widerſtande. 4tes Cap. Entſtehung der Flußbetten, beſtändige Anſchwellungen. Normale des Bettes. Zufällige oder periodiſche Anſchwellungen. 5tes Cap. Von der Krümmung der Flußbetten, von der Beſtändigkeit der Geſtalt des Bettes in dem geraden Laufe und in Krümmungen. 6ſtes Cap. Von Ziehung der Krümmungen der Flüſſe, allgemeine Aufgabe über die Rundung der Ufer. 7tes Cap. Von dem Widerſtande, welcher durch die Krümmungen der Flußbetten und Röhrenleitungen verurſacht wird. Nähere Beſtimmung deſſelben. Vermehrung des natürlichen Abhanges. Der zweyte Theil wird nächſtens erſcheinen.

Nachricht und Bekanntmachung.

Seit Verbeſſerung des Schul- und Erziehungsunterrichts ſind mehrere verbeſſerte Methoden zum Leſenlernen der Kinder bekannt gemacht worden, daher die vielen ſogenannten neuen Fibeln und A b c bücher in allerley Geſtalt. Mehreres Gute in denſelben zerſtreut iſt nicht unerkannt geblieben, aber immer vermißte der Erzieher eine ſolche Anweiſung, wie dieſem Unterricht gemeinſchaftlich in niedern Schulen aufgeholfen werden könne. Bey der Gründung der hieſigen Freyſchule wurde dies Bedürfniß vorzüglich fühlbar, und der Herr Director Plato war zunächſt darauf mit bedacht, wie der erſte Kindesunterricht zweckmäßig auf richtiges, deutliches Leſenlernen gerichtet und der Verſtand der Kinder nicht allein Buchſtaben und Wortkenntniß auffaſſen lernen, ſondern zugleich auch zum Denken angeführt und gewöhnt werden könne. Er ließ dazu eine eigene Leſemaſchine mit beweglichen großen Lettern verfertigen, woran alle Kleinen gemeinſchaftlich in der Buchſtabenkenntniß unterrichtet werden konnten, jedoch ſo, daß das Nachdenken der Kinderſeele zunächſt dabey geweckt und geübt wurde. Der Nutzen dieſer Maſchine iſt ſeit vier Jahren in dieſer Freyſchule überaus ſichtbar geweſen, und mehrere Pädagogen, die dieſe Schule näher kennen zu lernen ſuchten, wünſchten vom Herrn Director Plato die Bekanntmachung derſelben. In folgenden drey zuſammenhängenden Schriften iſt dieß nun in meinem Verlage geſchehen, welche bey mir zu haben ſind, und durch jede Buchhandlung leicht zu erhalten ſind. 1) Einige Gedanken über die gewöhnlichen

Digitized by Google

Abcbücher in unſern vaterländiſchen Schulen, nebſt kurzer Beſchreibung und Abbildung der Leſemaſchine, welche in der Leipziger Freyſchule gebraucht wird. 8. 4 gr. 2) Buchſtaben und Schriftzeichen zur Leſemaſchine für Schulen, wie ſolche in der Leipziger Freyſchule gebraucht werden, nebſt Beſchreibung und Anweiſung. Auf Holztäfelchen gezogen 1 Louisdor; dieſelben unaufgezogen 1 Rthl. 3) Vorübungen im Leſen und Denken, geſammlet für die unterſten Claſſen der Leipziger Freyſchule. 12mo 4 gr. Dieſe können auch ſeparat ohne Nr. 1. und 2. in jeder Schule gebraucht werden. Die Buchſtaben auf Holz gezogen, kann ich nur nach vorhergängiger Beſtellung liefern, da die Bearbeitung derſelben mit vieler Genauigkeit von wenigen Arbeitern richtig geliefert wird. Einzelne Buchſtaben und Schriftzeichen ſtehen für ein billiges zu Dienſte, wenn dieſelben verlangt werden.

Auch ſind bey mir noch herausgekammen: 1) Chriſtliche Religionsgeſänge für Bürgerſchulen, zunächſt für die Leipziger Freyſchule beſtimmt. 8. 8 gr., in Parthien à 6 gr. baar. 3) G. U. A. Vieths erſter Unterricht in der Mathematik für Bürgerſchulen, welche das Gemeinnützlichſte und Faßlichſte aus der Rechenkunſt, Meßkunſt, Mechanik und Baukunſt enthält, mit 9 Kupfertafeln, als erſten mathematiſchen Curſus. 8. 10 gr. 4) Deſſelben Anfangsgründe der Mathematik, 1ſter u. 2ter Theil, enthaltend Arithmetik, Geometrie, Statik, Optik und Aſtronomie, mit Kupfern, als zweyter mathematiſcher Curſus. 8. 2 Rthl. Beide Bücher zeichnen ſich durch Deutlichkeit, Präciſion und ſcharfe Beweiſe vortheilhaft aus. Auch wird zur nächſten Jubilatemeſſe ein Lehrbuch der Naturlehre für Bürgerſchulen von Herrn Vieth bey mir erſcheinen, in welchen auf die neueſten Entdeckungen Rückſicht genommen wird; eben ſo erſcheint vom Herrn Magiſter Köhler eine Anleitung zum Rechnen im Kopfe mit practiſchen Uebungsaufgaben in angenehmen Erzählungen für Lehrer und Lernende.

Leipzig, den 1ſten Febr. 1797.

Johann Ambroſius Barth,
Buchhändler

Digitized by Google

Neues

Journal

der

Physik.

Vierter Band.

Herausgegeben

von

D. Friedrich Albrecht Carl Gren,

Profeſſor zu Halle.

Nebſt II Kupfertafeln.

Leipzig,

bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt
des vierten Bandes.

Erſtes Heft.

1. Ueber die gereitzte Muskelfaſer, ein Brief an den Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt vom Herrn Dr. Philipp Michaelis. . . . . Seite 1

2. Bemerkungen über Herrn Profeſſor Hube's Erklärung der Ebbe und Fluth, von Herrn Friedrich Carl Fulda. 28

3. Einige Bemerkungen zu Herrn Johann Gottfried Voigt Beobachtungen und Verſuche über farbiges Licht, Farben und ihre Miſchung, vom Herrn Dr. Richter, Königl. Preuß. Berg-Probierer. . . . 41

4. Beobachtungen der atmoſphäriſchen Electrizität von 1792 bis 1796. Vom Herrn Profeſſor Haller in Fulda. 55

5. Ueber die vollkommene Attraktionskraft der ſchwimmenden Körper auf dem Waſſer, aus einem Briefe des Herrn Dr. G. Carradori. ſ ſ Seite 78

6. Betrachtungen über eine Schwierigkeit, die bey der Art ſtatt findet, wie die Newtonianer die Cohäſion der Körper und die andern dahin gehörigen Phänomene erklären, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. ſ ſ ſ ſ ſ ſ ſ ſ ſ 83

7. Ueber die Electrizität im leeren Raum, aus dem Franzöſiſchen des Abts Candi gezogen, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. ſ ſ ſ ſ 93

8. Ueber des Herrn de Sauſſüre Diaphanometer, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. ſ ſ 101

9. Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die ſogenannte thieriſche Electrizität. ſ ſ ſ ſ ſ ſ ſ 107

10. Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein. Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt an den Herausgeber. ſ ſ ſ ſ ſ 136

11. Preisaufgabe von van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797. ſ ſ ſ ſ ſ ſ ſ ſ 141

Zwey-

Zweytes Heft.

1. Nachricht von Watts neueſten Verbeſſerungen ſeiner Dampfmaſchinen, von Herrn Mundt. . Seite 143

2. Entwurf zur Verbeſſerung der Einrichtung beym Brandlöſchen, von Herrn van Marum. . . . 152

3. Weitere Nachrichten von den van Marumſchen Verſuchen, das Feuer zu löſchen. 158

4. Bericht des Herrn van Marum, betreffend den Gebrauch einer tragbaren Brandſprütze, um damit aufs ſchleunigſte Feuer zu löſchen. 164

5. Schreiben des Herrn Oberbergrath von Humboldt an Herrn van Mons in Brüſſel, über den chemiſchen Prozeß der Vitalität. 171

6. Auszug eines Briefes des Herrn Fourcroy zu Paris an Herrn van Mons in Brüſſel, in Beziehung auf das bevorſtehende Schreiben des Herrn von Humboldt. 180

7. Abhandlung über den relativen Zuſammenhang hohler, feſter Körper, vom Herrn Prof. Schmidt in Gießen. 184

8. Verſuche über die Expanſivkraft des Dampfes von Waſſer und Alcohol. 215

Ueber

9. Ueber die Entſtehung des Glauberſalzes in den Salzſoolen bey der Temperatur unter dem Gefrierpunkte, und über ein Mittel, die Salzſoolen von allen ihren zerfließlichen Salzen auf eine leichte und wohlfeile Weiſe zu befreyen, vom Prof. Gren. . . . Seite 224

10. Nachricht von Fourcroy's und Vauquelins Verſuchen mit dem Knallſalze. 238

11. Auszug einer Abhandlung des Herrn Ben. Prevoſt in Genf, über die Ausflüſſe riechender Körper, und über die Mittel, ſie dem Geſicht bemerkbar zu machen. 242

12. Auszüge aus Briefen phyſikaliſchen Inhalts:

1) Von Herrn Sartorius in Jena. . . . 247

2) Von Herrn Frenzel in Grüllenburg. . . 249

Drittes Heft.

1. Ueber die Expanſivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen, vom Herrn Profeſſor Schmidt in Gießen. 251

2. Ueber die Ausdehnung der trockenen und feuchten Luft durch die Wärme, und die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen, von Ebendemſelben. . . . 320

Vier,

Digitized by Google

Viertes Heft.

1. Beſchreibung eines ſehr zuverläßigen und leicht anwendbaren Eudiometers, vom Prof. Gren. . . Seite 363

2. Ueber die Vermehrung der Elaſtizität und die Ausdehnung einiger künſtlicher Luftarten durch die Wärme, vom Herrn Prof. Schmidt. 370

3. Beſchreibung einer Senkwaage, zur Beſtimmung des eigenthümlichen Gewichts feſter und flüſſiger Körper, vom Bürger Guyton. 400

4. Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, u. ſ. w. vom Herrn Grafen Rumford. 418

Zuſatz des Herausgebers. 451

5. Beſchreibung der tragbaren Feuerſprütze, welche Herr Dr. van Marum zu ſeinen Verſuchen gebraucht hat. 455

6. Anzeige einer neuen und bequemen Art, die Luft in Zimmern und Verſammlungsſälen zu reinigen. . 458

7. An-

Digitized by Google

7. Anzeige des Herrn Doctors van Marum, wie man auf eine neue Art in Zimmern und Verſammlungsſälen die Luft reinigen könne. . . . Seite 463

8. Auszug aus Briefen des Herrn van Mons an den Herausgeber über verſchiedene neue phyſikaliſche Entdeckungen 469

9. Auszug aus einem Schreiben des Herrn Prof. Volta an den Herausgeber. 478

Digitized by Google

Inhalt

1. Beſchreibung eines ſehr zuverläſſigen und leicht anwendbaren Eudiometers, vom Prof. Gren. . . Seite 363

2. Ueber die Vermehrung der Elaſtizität und die Ausdehnung einiger künſtlichen Luftarten durch die Wärme, vom Hrn. Prof. Schmidt. 370

3. Beſchreibung einer Senkwaage, zur Beſtimmung des eigenthümlichen Gewichts feſter und flüſſiger Körper, vom Bürger Guyton. 400

4. Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, u. ſ. w., vom Herrn Grafen Rumford. 418

Zuſatz des Herausgebers. 451

5. Beſchreibung der tragbaren Feuerſprütze, welche Herr Dr. van Marum zu ſeinen Verſuchen gebraucht hat. 453

6. Anzeige einer neuen und bequemen Art, die Luft in Zimmern und Verſammlungsſälen zu reinigen. . 458

6. Aus-

7. Anzeige des Herrn Doctors van Marum, wie man auf eine neue Art in Zimmern und Verſammlungsſälen die Luft reinigen könne. . . . Seite 463

8. Auszug aus Briefen des Herrn van Mons an den Herausgeber über verſchiedene neue phyſikaliſche Entdeckungen. 469

9. Auszug eines Schreibens des Herrn Prof. Volta an den Herausgeber. 473

1.

Ueber die gereitzte Muſkelfaſer, ein Brief an den Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt vom Herrn Dr. Philipp Michaelis.

Harburg an der Elbe, den 27. Sept. 1796.

Seit dem wir uns, mein lieber Humboldt, zum letztenmale zufällig in Wien trafen, verſagte mir das Schickſal dieſe unvermuthete Freude zum zweytenmale zu genießen, und wie wäre es auch möglich geweſen, da mich meine Beſtimmung, gleich nachdem ich aus Italien zurück kam, nach Flandern zu unſerer Armee führte. Dort kam ich wegen der ſteten Veränderung des Aufenthalts, wegen der überhäuften praktiſchen Arbeiten und einer, mir allen Muth benehmenden, halbjährigen Krankheit außer aller litterariſcher Verbindung, und ich konnte wegen der Krankheit, die mich in Leiden ſechs Wochen im Bette hielt, auch dort nur wenig die unendlichen Schätze benutzen, die ſich in der Sammlung des treflichen Prof. Brüggemanns, für Thieranatomie befanden. Kaum daß ich einen Tag meiner Krankheit ſtahl, um mit Brüggemann die Sammlung im Haag zu ſehen. Ich fange daher erſt ſeit einiger Zeit an, mich wieder mit der gelehrten Welt in Verbindung zu ſetzen, und ich konnte

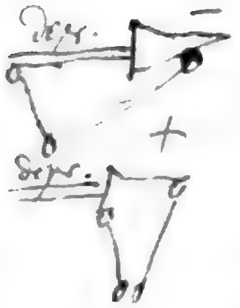
es bey der Muße, die ich noch habe, nicht unterlaſſen, die interreſſanten Verſuche zu wiederholen, die Sie, lieber Freund, über die gereitzte Muskelfaſer anſtellten, von denen mir unſer Blumenbach, bey meiner Rückkunft aus dem Felde, ſchon manches ſagte. — Die, welche die beſondere Aufmerkſamkeit des Arztes auf ſich ziehen müſſen, wiederholte ich mit der gröſsten Genauigkeit auch an mir ſelbſt, und lieſs mich durch mehrere vergebliche Verſuche weder ſogleich abſchrecken, nicht auf günſtigere Umſtände zu hoffen, noch bin ich vordreiſt genug, da, wo ich einen glücklichen Erfolg noch zu wünſchen habe, hieraus unbedingt auf das Unſtathafte des Verſuchs zu ſchlieſsen. Täglich erfuhr ich mehr, wie ſehr glückliche Nebenumſtände Einfluſs auf das Gelingen der Verſuche haben, und wie leicht es ferner iſt, ſich zu täuſchen, wenn man die Verſuche nicht ſo ſehr vermannigfachet, wie möglich, und gleichſam durch Gegenproben die Richtigkeit des Beobachteten beweiſst. — Ich will Ihnen, beſter Humboldt, alle die Punkte mittheilen, wo meine Verſuche nicht mit den Ihrigen übereinſtimmen wollten, und wo mich Ihre ſchönen Verſuche noch weiter führten, um Sie wo möglich zu einer Wiederholung derſelben zu reitzen. Finden Sie Ihre Verſuche doch richtig, ſo kann dieſs ſehr wohl ſeyn; denn wie Sie ſehr recht bemerken, ſo beweiſt das Gelingen eines genau angeſtellten Verſuchs mehr, als zehn miſslungene. — Sie ſind, hoffe ich, lieber Freund, von der Aufrichtigkeit meiner Geſinnungen gegen Sie und von der Achtung für Ihren unermüdeten, weitumfaſſenden Geiſt zu ſehr überzeugt, als daſs Sie da, wo ich nicht mit Ihnen einſtimmen kann, auch nur einen Schein der Widerſprechungsſucht argwöhnen ſollten. Es muſs aber einer Wiſſenſchaft unſtreitig ſehr zum Vortheil gereichen, wenn zwey Freunde darüber dieſelben Verſuche vorurtheilsfrey anſtellen.

Ihre

Digitized by Google

Ihre Abſicht geht mit dahin in dieſem Galvanismus etwas anders oder mehr, als bloße Electrizität zu finden. Sie glauben ferner, daß, wenn auch ſelbſt die deutlichſten Zeichen der Electrizität bey den Galvaniſchen Verſuchen ſich offenbarten, man doch durchaus nicht berechtigt ſey, zu behaupten, was wenn Willen gelenkt den Muskel bewegt, darum Electrizität ſeye, ſo wenig man annehmen dürfe, daß der Galvanismus die Nervenkraft enthalte. — In dieſem letzten ſtimme ich völlig mit Ihnen ein. Auch beweiſen unleugbare Verſuche, daß Galvanismus und Nervenkraft in einigen Stücken ganz verſchieden wirken, obgleich auch alle Verſuche beweiſen, daß Galvanismus ein den Nerven ſehr verwandtes angenehmes Fluidum iſt. Nervenkraft und Galvanismus ſcheinen das Aehnliche zu haben, daß beide die Reitzbarkeit des Muskels ſehr ſchnell in Bewegung bringen, ohne jedoch, wie andere die Reitzbarkeit erregende (darf ich ſagen todte) Kräfte oder Reitzmittel, ſo leicht, oder jäh zu erſchöpfen. Mir ſcheint dieſe Gleichartigkeit ihrer Wirkungsart für die, die beide Kräfte für eins halten, ſehr wichtig und für ihre Meynung anſcheinend ſehr beweiſend. Aber auch nur ſcheinbar. — Denn wer will mich überführen, daß die Bewegung, die bey der Anwendung des Galvanismus ſich zeigt, wirklich Folge des unmittelbaren Reitzes deſſelben auf die Reitzbarkeit iſt, oder daß der Galvanismus nicht vielmehr nur die Nervenkraft in Bewegung ſetzt. In einigen Fällen, wo man z. B. die zwey Schenkelnerven mit einem einzigen Stück Zink armirt und ſo Bewegung erhält, oder wo man denſelben Nerven an zwey Stellen armirt, ſcheint und iſt dieß wohl auch nur der Fall. Dieſe Erklärungsart giebt uns überdem einen Aufſchluß über manche ſonſt unerklärbare Verſuche. — Sie alle aufzuzählen brauchts nicht, da ich ohnehin noch Raum genug nöthig habe. Nur einen für alle. Wenn ich einen Nerv durch Salzſäure

Digitized by Google



Opium, oder Laugenſalz, ſeiner Nervenkraft beraubt habe und ich armire ihn und den Muskel, ſo errege ich keine Zuckung. Armire ich den Muskel allein, ſo zuckt er. Wäre der Galvanismus in dieſem Fall unmittelbarer Reitz für die Reitzbarkeit des Muskels, dann müßte nothwendig auch im erſten Falle Bewegung entſtehen, denn die Materie geht ja auch durch den Muskel. Wollten mir diejenigen, welche die Metalle für bloße Leiter und nicht für Beſitzer dieſes Galvanismus halten, etwas gegen die Bündigkeit dieſes Verſuchs einwenden, ſo würde man dieſe Einwendung ſogleich heben, wenn man an den getödteten Nerv ein noch friſches Stück Nerv oder Muskelfleiſch legte, wo denn die Kette, nach Ihrer Art ſie auszudrücken, ſo heißen würde:

Froſch, M. oder N, R, r.

Das, was Sie, lieber Freund, etwa dagegen zu Folge Ihres Verſuchs, den Sie in Grens neuem Journal der Pyſik B. 3. H. 2. S. 169 anführen, einwenden könnten, fällt weg, wenn Sie die weitere Verfolgnng dieſes Verſuchs unten geleſen haben. — Ihre großen überraſchenden Verſuche, die Lebenskraft durch abgewechſelte Reitze herzuſtellen, beweiſen dieß noch auffallender. Enthielte der Galvanismus die Nervenkraft ſelbſt, oder könnte er auch ohne Thätigkeit der Nervenkraft auf den Muskel wirken, dann müßten bey der einfachen Armatur, oder bey der eben erwähnten offenbar Zuckungen entſtehen. Ferner beweiſt die Unterbindung eines Nerven und das Zuſammenflicken eines zerſchnittenen die Verſchiedenheit, ſowohl des Galvanismus und der Nervenkraft, als auch, wie ein nöthiges Requiſit, Nervenkraft zur Erregnng der Bewegung iſt, und daß Erregbarkeit des Muskels allein nicht hinreicht. Nehmen Sie zu dem allen, was ſchon für ſich beweiſend genug iſt, auch die Erſcheinung an dem ſonderbaren Mus-

kel,

Digitized by Google

kel, wegen deſſen Nerven die größten Zerglieberer, unſer treflicher Sömmering und Scarpa uneins ſind. Schon in Pavia erregte ich zwar die Bewegung des Herzens einer Schildkröte, wenn ich das ganze Herz auf Zink legte, aber wie undeutlich, unzuverläſſig ſind doch eigentlich dieſe Bewegungen. Unter den vielen Fröſchen, die ich die Zeit über brauchte, war kaum ein Herz, welches dem Reitze des Galvanismus gehorchte, und ſelbſt dieſes ſo undeutlich, daß, wenn ich aufrichtig zu Werke gehen wollte, ich dieſe Erſcheinung nie als ein Beweis für eine Meinung annehmen könnte. Bey dieſem Muskel, der ſich gewöhnlich, ſo lange nur noch Reitzbarkeit in ihm iſt, periodiſch bewegt, ohne daß man einen Reitz wahrnimmt, ja oft bey einem kleinen Stoß, oder dem geringſten Hauch, wieder von neuen anfängt ſich beynahe Stunden lang zu bewegen, iſt es wirklich ſehr ſchwer zu beweiſen, ob die bey dem Galvanismus hervorgebrachten Bewegungen dieſem, oder einem zufälligen Reitze zuzuſchreiben ſind. Mir glückte es wenigſtens nie, wenn das Herz durch manche Reitze nicht wieder zu bewegen war, den Galvanismus thätig zu finden. —

Dieſe Erklärung, lieber Humboldt, verträgt ſich noch ganz gut mit Ihren Sätzen, wie mir ſcheint, und man kann ſie auch mit der Meynung reimen, die Sie, wie ich ſo eben ſehe, in No. 49. der med. chirurg. Salzb. Zeitung äußern, daß die Organe ſich keineswegs leidend verhalten; einen Satz, der durch einige von mir angeſtellte Verſuche, die Sie vielleicht auch ſchon gemacht haben, noch mehr beſtätigt wird. Ob ich nun gleich hierin völlig mit Ihnen einſtimme, ſo glaube ich hingegen doch, daß ſich einige Ihrer Einwürfe gegen die electriſche Natur des Galvanismus heben laſſen, wenn man nur mit einigen, z. B. Hufeland (ſ. deſſen Pathoge-

thogenie S. 26.) annimmt, daß ein Fluidum, welches der Nervenkraft ſo verwandt iſt, wie der Galvanismus, und wahrſcheinlich nur durch dieſe auf die Muskeln wirkt, bey ſeinem Durchgang durch die belebten thieriſchen Körper gezwungen werden könne, andern Geſetzen zu folgen, als ſolchen, denen es ſeiner eigenen Natur nach folgen würde. Ihre Verſuche ſowohl, lieber Freund, die Sie zu dem Schluß bewegen, daß der Galvanismus von den Organen ausgienge, auf die ich ſehr begierig bin, als auch die unläugbare Erſcheinung, daß Galvanismus durch todte organiſche Körper geleitet, einer ganz anderen Richtung folgt, als während dem Leben dieſer Körper, beweiſt dieß offenbar. Daß eine heftigere Electrizität ſich nicht daran bindet, daß dieſe ferner oft nicht ſo thätig ſcheint, als das Galvaniren, dieß wird doch niemand wundern, der die Wirkung unſerer ſtärkſten Reitze kennt, die oft ohne alle Bewegung hervorzubringen die Lebenskraft zerſtöhren, ſo eine Auflöſung von Alkalien und Opium. —

Zu den zwey Erſcheinungen, die ſich unter Ihren Verſuchen beſonders der electriſchen Natur des Galvanismus entgegen zu ſtellen ſcheinen, gehören die Erſcheinungen der zwey Froſchſchenkel, von denen der eine ſich bewegt, wenn der andere ruhet, ohngeachtet der Strom durch beide geht, und ferner die Zuckungen ohne Kette.

Findet dieſer letzte Verſuch wirklich in ſehr reitzbaren Subjekten ohne Täuſchung ſtatt, ſo ſehe ich noch nicht völlig ein, warum dieſe Erſcheinung ſo geradezu gegen die Geſetze der gewöhnlichen Electrizität ſprechen ſollte. Denn auch bey dem Galvanismus können wir nicht umhin ein + und — G. anzunehmen, wie bey der E., und wie überhaupt in allen Kraftäußerungen, ohne welche eine Kraft keine Kraft ſeyn würde, oder vielmehr bald aufhören würde zu wirken. — Und ohne

einen

einen ſolchen Unterſchied ſehe ich nicht ein, wie mau dieſe Erſcheinung erklären wollte; mit demſelben aber, vorzüglich in Verbindung der ſonderbaren Erſcheinung, die in der Reviſion der vorzüglichſten Schwierigkeiten in der Lehre von der Electrizität, beſonders ſo viel den Dualismus betrift, von L. L. Leipzig 1789. bekanntgemacht wird, daß nämlich thieriſche Subſtanzen, ſelbſt todte Knochen, die Kraft haben, durch Einſaugung, auch wenn ſie iſolirt ſind, eine Leidener Flaſche zu entledigen; wird auch dieſe Erſcheinung den Geſetzen der Electrizität gemäß erklärt. Hat ſich der G. in den mit R armirten Froſchſchenkel in Gleichgewicht geſezt, oder iſt vielleicht, der G. beider, — G., und dieß müſſen wir annehmen, wenn er einige Zeit mit R in Berührung geweſen iſt, es mag nun dieß Gleichgewicht im ganzen Schenkel oder nur an der Stelle der Berührung ſtatt finden, und ich bringe dann einen Körper an R, der + G hat, ſo ſehe ich nicht ein, warum nicht bey ſehr lebhaften Fröſchen, die ſchon bey einer geringen Veränderung ihres G. Bewegung zeigen, Bewegungen erſcheinen ſollten, wenn ſich + und — G. oder E. in Gleichgewicht ſetzen. Daß dieß nur ſehr ſelten der Fall ſeyn wird, und nur dann, wenn man mit einer gewiſſen Gewalt beide Metalle in Contact bringe, iſt leicht einzuſehen, da auch dem oben erwähnten Verſuche zu Folge die Entladung der Leidener Flaſche ſehr langſam vor ſich geht. Daß es nur bey äußerſt lebhaften Subjecten gelingt, würde ſich ſchon von ſelbſt verſtehen. — Ueberhaupt aber glaube ich, daß man daraus, weil eine Erſcheinung bey dem Galvanismus denen bis jetzt bekannten Geſetzen der Electrizität widerſpricht, durchaus nicht berechtigt wird, eine Verſchiedenhiet zwiſchen beiden anzunehmen. Wir kennen wahrhaftig die Geſetze des einen und des andern zu wenig, um hierüber ſogleich entſcheiden zu können. Dieß

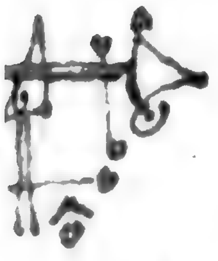
iſt das, lieber Freund, was ich gegen die Beweiskraft Ihres Verſuchs einzuwenden hätte. Mir ſelbſt hat er nicht gelingen wollen, wenn ich denſelben vorſichtig anſtellte, was aber für mich gar nichts beweiſt. Ohne viele Behutſamkeit, ja zuweilen bey anſcheinend großer Vorſicht gelang mir der Verſuch; aber wenn ich Metall und Schenkel auf verſchiedene Glastafeln legte, und dann die Armatur des Nerven mit einem Metall ſtark berührte, ſo gelang es nie. War ich ſo glücklich, ohne augenſcheinlichen Zirkel, Zuckungen hervorzubringen, welches mir in zwey Fröſchen zugleich gelang, dann hatte mein Hauch oder das Hin- und Herhüpfen der Schenkel die Glasplatte befeuchtet, und dieſe Feuchtigkeit leitete dann oft ſehr ſtark. Ueberhaupt wird die ganz unvermeidliche Feuchtigkeit und der große Einfluß, den dieſelbe auf die Verſuche hat, da ſie nach Voltas treflichem Verſuche ſelbſt Reitzer iſt, viele Beobachtungen ſchwankend und unſicher machen, wovon nachher noch einige Beyſpiele. Ein Froſchſchenkel oder Nerv ohne alle Feuchtigkeit, wird wohl ſo wenig Leben bey dem Galvaniren zeigen, wie eine durch Einathmen getrocknete Zunge den Geſchmack dabey empfindet. — Hingegen wird ein Froſchſchenkel, den man, wenn ſeine Reitzbarkeit wegen Trockenheit nachläßt, ganz in Waſſer taucht und dann wieder an ihm Verſuche macht, weniger Reitzbarkeit zeigen, als wenn man nur den Nerven oder Schenkel allein befeuchtet, was ſich ſchon a priori ſchließen läßt. Für diejenigen, die in dem Galvaniren weiter nichts als eine Zerſetzung des Waſſers finden, und die gern alles antiphlogiſtiſiren wollen, iſt dieſe allgegenwärtige Feuchtigkeit, außer etwa im letzten Falle, ſehr gelegen. Aber die Anhänger dieſer Meynung werden nach einer genauen Prüfung des Verſuchs, den ſie einen Cardinalverſuch nennen, nämlich zwey Metalle in Waſſer zu legen, und dann mit der Zunge den galvaniſchen Reitz des Waſſers zu verſuchen,

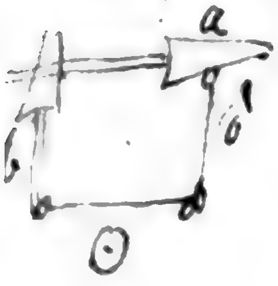
ſuchen, bald davon zurück kommen; dann glauben Sie nicht auch, lieber Freund, daß unter ſolchen Umſtänden, die freygewordenen Beſtandtheile des Waſſers ſich in gasförmiger Geſtalt zeigen müßten? — Was den Verſuch ohne Kette auch noch unwichtig machen kann, iſt, wenn man einen Froſch, der noch mehrere Nerven hat, auf den Zink legt, die zugleich auf der Armatur liegen, z. B. beide Bündel der Curalnerven; denn dieſe erregen ſchon mit demſelben Stück Zink, wenn durch heftiges Stoßen die Stellen der Berührung verändert werden, Bewegung. — Was ich aber ſchon erinnerte, ſage ich nochmals, daß alle dieſe Schwierigkeiten, die den Verſuch ungewiß machen, und das Mißlingen, wenn ich ihn anſtellte, durchaus nichts beweiſen, da auch die vielen Verſuche, die ich machte, mich zu deutlich belehrten, wie viel auf taugliche Subjecte, und, was wohl zu bemerken, auf eine günſtige Witterung ankömmt. Hätte ich den Verſuch am 28ſten Auguſt angeſtellt, ich bin verſichert, er würde mir gelungen ſeyn, da er ihnen gelang; denn an dieſem Tage, während einem ſehr heftigen, mehrere Stunden anhaltenden nahen Gewitter, nach vielen ſchwülen Tagen, ſahe ich Verſuche an den trägſten, ausgehungerteſten Fröſchen gelingen, deren Geſellen ich vor einigen Tagen beynahe zu den gemeinſten Verſuchen untauglich fand. Doch unten mehr hiervon.

Was das erſte Experiment betrift, beſter Freund, ſo hat es völlig ſeine Richtigkeit, wenn die Fröſche anfangen matter zu werden. In dieſem Falle bewegt ſich nur ein Froſch und der andere ruhet, oder, was ſehr wohl zu bemerken iſt, und ſich mit einigen Erſcheinungen an der Leidner Flaſche, wenn ich nicht irre, gut reimen läßt, der andere Froſch bewegt ſich ſpäter oder nur dann, wenn beide Metalle wieder getrennt werden. — Man hat es ganz in ſeiner Gewalt, eine Art von taktmäßiger

auf einander folgender Bewegungen in den Fröſchen hervor zu bringen. Sind beide Fröſche ſchon etwas abgemattet, wie ſie es, um den Verſuch ruhiger anſtellen zu können, ſeyn müſſen: denn ſteht es in meinem Willen, welchen von beiden Fröſchen ich in Bewegung ſetzen will. Es kommt allein darauf an an, wie der Strom des Galvanismus ſeine Richtung nimmt. Die Beſtimmung des Ganges des Galvanismus iſt, denke ich, ſchon wieder ein Schritt zu ſeiner genaueren Kenntniß, wenigſtens zur Kenntniß ſeiner Verwandtſchaften. Durch wiederholte Verſuche, die ich Ihnen ſogleich mittheilen will, glaube ich dieß genauer beſtimmt zu haben, wie Volta, und Sie würden mich verbinden, wenn ſie dieſe Verſuche wiederholten, vervollkommneten und mit andern bereicherten, oder mich eines andern überführten. —

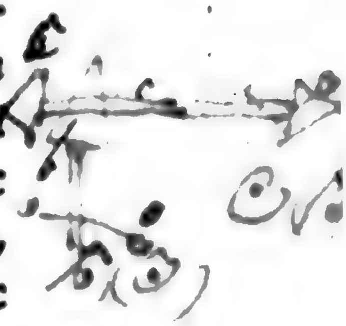
Legen Sie unter gleichen Umſtänden, nämlich bey ähnlicher Mattigkeit beider Fröſche, zwey präparirte Fröſche mit ihren Schenkeln übereinander, armiren Sie den Nerven des Froſches a mit Gold und den Nerven des Froſches b mit Zink, ſo zuckt der mit Zink armirte Schenkel bey der Vereinigung beider Metalle am erſten und lebhafteſten, und der andere ruhet entweder ganz, oder er bewegt ſich ſpäter und träger, oder bey der Trennung beider Metalle, wobey hingegen der Froſch b ruhet. Wenden Sie ſogleich die Armatur um, ſo daß das Gold an den Nerven b und das Zink an a zu liegen kommt, ſo iſt alles umgekehrt. Legen Sie aber die ſchon ſehr ermatteten Schenkel ſo, daß der Nerv des Froſches a auf den Schenkel des Froſches b liegt, armiren Sie den Nerv b mit Zink, den Schenkel a hingegen mit Gold, ſo werden Sie wahrſcheinlich in beiden Schenkeln kleine, gleichzeitige Zuckungen beobachten. Armirte ich hingegen den Schenkel mit Zink, den Nerven b aber mit Gold, dann waren in lebhafteren Subjekten die Zuckungen wohl



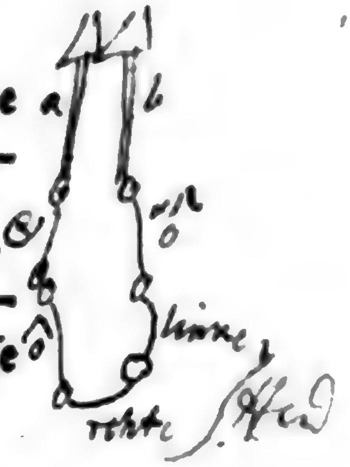


in

in beiden Schenkeln zugegen, oder doch in dem Schenkel a, bey matten Fröſchen hingegen, die jedoch auf die vorherbeſchriebene Art noch zuckten, ruhete alles. — Aenderte ich nichts an dieſer Lage, außer daß ich einen dritten Schenkel von ähnlicher Lebhaftigkeit ſo zwiſchen a und b legte, daß der Nerv an a, die Muskeln aber auf b lagen, ſo zuckte dieſer mittlere Schenkel allein, während die anderen ruheten. Kam auch mein Körper ſelbſt in die Kette, ſo ward nichts verändert. — War die Kette ſo:



a der Nerv, Gold, Zink meine rechte Hand, meine linke Eiſen, Nerv von b, Schenkel von b — Schenkel von a —



dann bewegte ſich allein der Schenkel b, und a ruhete. — Nehmen ſie ſtatt Gold eine gute Holzkohle, ſo thut dieſe daſſelbe.

Dieſe Erſcheinungen brachten mich natürlich auf die Idee, daß aus dem Zink auf der entgegengeſetzten Seite, wo daſſelbe das Gold berührt, etwas ausſtrömen müſſe, und daß die Materie nicht ſowohl ein Hinderniß fände, wenn Sie vom Muskel gegen den Stamm des Nerven läuft, ſondern nur ihre Aktion verringert würde. Verbinden Sie hiermit die Meynung, die ich gleich anfangs äußerte, daß der Galvanismus nur vermittelſt des Nervenfluidums die Reitzbarkeit in Bewegung ſezte, ſo wird es ſchon erklärbarer, warum der eine Schenkel ruhet, der andere hingegen ſich bewegt, ohne daß man gerade berechtigt iſt zu ſchließen, die Materie des Galvanismus ſey in a nicht mehr, was ſie in b geweſen ſey. — Daß die Materie kein Hinderniß im Durchſtrömen findet, beweiſt die Empfindung auf der Zunge, wenn ich dieſe in den Zirkel bringe. Litte aber die Materie eine Veränderung bey dem Durchgang durch den

Schen-

Schenkel a, dann müßte ſie auch die Zunge nicht reitzen, wenn ſie aus dem Schenkel b wieder herausgeht, oder müßte nie bey ſchwachen Fröſchen, wenn der Strom durch beide Schenkel vom Nervenſtamm zu den Aeſten geleitet wird, in b auch Bewegung erregen, wenn dieſe in a auch zugegen war, welches doch offenbar öfters der Fall iſt. —

Sie ziehen, lieber Freund, aus dieſem Verſuche den Schluß, daß das galvaniſche Fluidum in dieſem Falle kein Reitzer für die bewegende Nerven, wohl aber für die Sinnesnerven ſey, und führen dafür noch den Verſuch an, wo Ihre beiden der Oberhaut beraubten Stellen armirt wurden, ein Eiſendrath Ihnen durch den Mund und einem andern über die Zunge weg gieng, und Sie die Empfindung des Lichtes und jener die des Geſchmacks hatte. Dieſen Verſuch habe ich wiederholt und für ganz richtig befunden. Daß ich die Empfindung des Sehens hatte, war nicht wunderbar, da die Kette durch den Mund immer noch ſchneller hergeſtellt ward, als durch den Eiſendrath, aber daß der dritte daſſelbe empfand, war höchſt ſonderbar; denn bekanntlich empfindet der nichts vom Schlage einer Flaſche, der den Leiter hält, und auch ein Froſchnerve mit ſeinem Schenkel an einem Leiter des Galvanismus gelegt, bleibt ruhig. Aber dieſe ganze Erſcheinung, über die ich nichts zu ſagen weiß, wird nur noch räthſelhafter, wenn Sie folgenden Verſuch anſtellen, der aber auch zugleich beweiſt, daß nur unter gewiſſen Bedingungen die Sinnesnerven hierbey empfinden, und daß unter den nämlichen auch die Bewegungsnerven gereitzt werden.

Ich weiß nicht, ob Sie bey Ihren Hauptexperimenten das nämliche fühlten, wie ich, daß nämlich die Empfindungen des Zuckens in den Nerven (in den Muskeln ſah ich nichts und fühlte auch keine Bewegung), nur immer

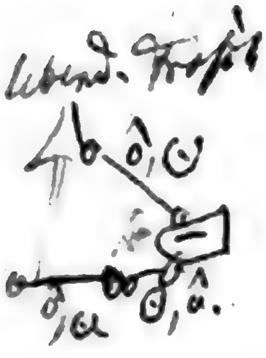
Digitized by Google

immer in der Nähe der Wunde ſich fanden, auf der das Gold oder die Kohle lag, nie wo das Zink lag. Die Empfindungen giengen meiſt nach unten, nie nach oben, und waren, wenn das Gold nicht an der obern Wunde lag, nie zwiſchen beiden Wunden fühlbar. (Ich muß hierbey erinnern, daß ich die Fliegenpflaſter nicht, wie Sie, auf die Schultern und den Rücken gelegt hatte; ſondern um Zeuge von allem zu ſeyn, und um über die Richtung des Stroms genauer urtheilen zu können, hatte ich eins auf den biceps brachii und das andere auf den Vorderarm etwa drei bis vier Finger breit unter das Ellenbogengelenke gelegt.) — Dieſem Verſuche zu Folge ſcheinen die menſchlichen Nerven bey dem Galvanismus ganz anderm Einfluſſe zu folgen, wie die Froſchnerven; denn bei dieſen waren die heftigſten Schläge, oder dieſe nur allein da, wo der Zink lag, und es ſcheint das galvaniſche Fluidum bey dieſen auf der andern Seite des Zinks auszuſtrömen, wo es vom Golde berührt wird, hingegen bey mir ſchien etwas vom Golde auszuſtrömen. — Es läßt dieß ſchon eine Verſchiedenheit des Galvanismus nach den verſchiedenen Körpern, oder wenigſtens eine Verſchiedenheit der Richtung deſſelben ahnden, aber nehmen Sie zu dieſem Verſuche noch die folgenden, ſo wird dieß noch auffallender.

Nehmen Sie einen gut präparirten lebhaften Froſch, armiren Sie ihn mit Gold und Zink, wie Sie wollen, entweder das Gold an den Nerv, oder das Zink; formiren Sie dann die Kette mit einem Eiſendrathe, gerade wie bey Ihrem Verſuche, oben mit Ihren Wunden, nehmen Sie dieſen zwiſchen die Oberlippe und das Zahnfleiſch, oder an die Zunge, Sie werden weder etwas ſehen noch ſchmecken, noch zuckt ein Froſch, den Sie mit den Nerven auf den Eiſendrath legen. Legen Sie auf jede entblößte Stelle ihrer Cutis einen präparirten

Froſch-

Froſchſchenkel, den einen mit Gold, den andern mit Zink armirt, verbinden Sie die Metalle durch Eiſendrath, welches Sie und ein Dritter an die Zunge halten, weder ſchmecken Sie beide, noch fühlen Sie Zuckungen in den Nerven, auch nicht, wenn nur ein Froſch in die Kette tritt, und doch hüpfen die Schenkel. Bedienen Sie ſich nur eines Schenkels und armiren Sie die andere Wunde mit Gold oder Zink, ſo ſchmecken Sie zwar etwas, weil eine Kette gebildet wird, in die kein Froſch tritt, aber der Dritte ſchmeckt auch dann nichts. Sobald alſo der Froſch in die Kette tritt, ſtrömmt das Fluidum ± G nicht in den dritten menſchlichen Körper über, welches doch der Fall war, da das ± G eines Menſchen allein durch den Drath geleitet ward. — Selbſt dieſe höchſt ſonderbare Erſcheinung ließe ſich wohl allenfalls noch ſehr einfach erklären, nämlich durch eine höchſt große Leitungsfähigkeit des Froſches, der dem Galvanismus nicht Zeit ließe, aus dem Eiſendrath in den dritten Körper überzuſtrömen; und der Mangel der Zuckungen in den Armnerven, wenn Froſch dazwiſchen tritt, theils auch durch eine ſo große Leitungsfähigkeit des Froſches, die nicht zuläßt, daß ſich der Galvanismus in den Nerven verbreitete, ſondern ihn dicht unter der Oberhaut auf dem kürzeſten Wege hinleitete, theils aber durch eine größere Unempfindlichkeit der menſchlichen Bewegungsnerven, wenn nicht der folgende Verſuch dieſe Erklärungsart unzulänglich macht, ſobald er ganz richtig iſt. — Armirt man einen Froſch gehörig mit Gold und Zink, oder mit Silber und Gold, läßt man dann die Armatur des Muskels die Zunge berühren und verbindet die Armatur des Nerven mit der Zunge vermittelſt Zink, ohne jedoch die Muskelarmatur unmittelbar zu berühren; ſo fühlt man, ohnerachtet der Galvanismus denn die Zunge paſſiren muß, wenn alles gehörig iſolirt iſt, keinen Geſchmack, man mag die Metalle verwechſeln wie



man

man will. Man kann auch ein Stück Zink nehmen und zwey Stück Gold, und entweder beide Goldſtücke an die Zunge legen, oder beide an den Froſch, der Erfolg iſt der nämliche, das heißt, für die Zunge negativ, nicht aber für den Froſch. — Nimmt man hingegen eine todte Subſtanz ſtatt des lebenden Froſches, etwa denſelben lebloſen Schenkel, oder ein Stück Schwamm, dann wird der Fall für die Zunge poſitiv, und zwar ſo, wie bey dem Froſchſchenkel, nicht wie bey den menſchlichen Armnerven. Denn iſt die Kette Gold a, Zink, Schwamm, Gold b, Zunge, ſo fühlt man den Geſchmack durch das Stück Gold b; iſt hingegen die Kette: Zink, Gold a, Schwamm, Gold b, Zunge; dann giebt der Zink den Geſchmack. Die Empfindungen und Wirkungen des Galvanismus finden hier nur in den lebhafteren Theilen ſtatt, gerade wie bey den beiden Froſchſchenkeln. Aber warum dieß geſchieht? — Das iſt die ſchwere Frage. Geſchieht es etwa darum, weil der Froſchſchenkel eine größere Neigung oder Verwandtſchaft zum Galvanismus hat, wie unſer Körper, ſo daß er dieſen, wie Knochen und andere animaliſche Subſtanzen bey der Leidner Flaſche, die Electrizität einſaugt und nicht durchläßt, und ſteht etwa dieſe Fähigkeit mit der größeren Lebensfähigkeit des Thieres in genauem Verhältniß, oder findet gar eine Abhängigkeit von dieſer ſtatt? — und findet hier wohl nicht ferner, ohnerachtet der anſcheinenden Aehnlichkeit dieſes Falles mit dem Verſuche, die beiden Froſchſchenkel betreffend, doch eine Verſchiedenheit Platz? — Dunkler wird die Materie dadurch noch, daß man einen Froſchſchenkel gut iſolirt und mit ſeinen Nerven auf den Conductor legt, der zwey menſchliche armirte Theile verbindet, der Froſch ruhig bleibt, nur muß der Verſuch vorſichtig angeſtellt werden und der Nerv nicht an zwey Stellen auf dem Leiter liegen, oder gar beide Cruralnerven dieſen berühren.

Ich

Digitized by Google

Ich will dieſen verwickelten Verſuchen auch kein Wortraiſonnement hinzufügen, denn um in einer Materie etwas Gründliches zu beſtimmen, die nur durch jeden neuen Verſuch noch verwickelter und dunkler zu werden drohet, gehören noch mehrere Erfahrungen als dieſe, und recht ſehr wünſchte ich, daß Sie ſich die Mühe nähmen, dieſe Verſuche zu wiederholen; denn ein Dritter ſieht gewöhnlich mehr und richtiger, und ich weiß, daß man nicht Vorſicht genug anwenden kann. Iſt man erſt einmal einer neuen Erſcheinung auf die Spur, dann läßt man nur zu gern ſeinem raſchen Urtheile die Zügel ſchießen, und man ſieht oft etwas, weil man es zu ſehen wünſcht. Daß auch ich nicht ganz dieſer Syrene entgangen bin, fühle ich ſelbſt.

Nur noch einiges will ich dem Geſagten hinzufügen, welches theils einige Ihrer Meynungen und Verſuche, theils die Natur des Galvanismus betrift. Ich erinnerte ſchon, daß ich nur an der Stelle Schläge empfunden hätte, die vom Golde bedeckt war, das Gold mochte auf der obern oder der untern Wunde liegen: ſtatt des Goldes bediente ich mich noch mit glücklicherem Erfolge eines Stückchens Buchenkohle, und zwar von der Rinde, die mir außer dem Kupfer-Nickel, den ich Ihnen zu Ihren Verſuchen ſehr empfehle, die heftigſte Empfindung mit Zink erregte. Bringe ich aber Gold an die Zunge und Zink an das Zahnfleiſch, oder an die entblößte Cutis, und verwechſele ich nachher die Stellen; ſo macht Zink auf der Zunge eine viel heftigere Empfindung wie Gold oder Kohle. Auch iſt ihre Wirkung weſentlich verſchieden. Das Zink erregt mir anfangs, wenn ich ſehr lebhaft bin, die Empfindung eines warmen Hauchs, dann eine entſcheidende Kälte, ſaure Empfindung folgt, die heftig auf die Zunge wirkt und gleichſam mit breiterem Büſchel. Die Kohle oder das Gold

erregt

erregt anfangs eine mehr ſtechende Empfindung, und nehme ich die Metalle auseinander, ſo fühle ich dann einen warmen Hauch auf der Zunge. Bey einer längeren Galvaniſirung, bey mehr Reitzbarkeit des Körpers und größerer Heiterkeit, fühle ich dieß deutlicher. — Dieſe zwey Beobachtungen beweiſen zweyerley ziemlich offenbar. Erſtlich eine verſchiedne Verwandtſchaft der Nerven der Sinne und der Bewegung zu dem — und + Galvanismus, und ferner doch ganz deutlich, daß die Metalle viel Antheil an der Erſcheinung des Galvanismus haben, und den Galvanismus nicht bloß leiten. Bedient man ſich anderer Körper, als Metalle, ſo beweiſt dieß nichts, denn auch dieſe können dieſelbe Eigeſchaft beſitzen, den + oder — Galvanismus aufzunehmen und überſtrömen zu laſſen. Ich bin daher ſehr begierig auf Ihre Verſuche, die Sie uns in der ſalzb. medic. chirurg. Zeitung verſprachen, und wie Sie durch dieſe die Schwierigkeit heben, die hieraus gegen Ihre Meynung entſpringt: „Der Galvanismus gienge von den Organen ſelbſt aus.“ Meine andern Verſuche ſcheinen Ihre Meynung ſehr zu begünſtigen, aber ich getraue mir, wie ich ſchon erinnert, in einer ſo verwickelten Materie noch nichts zu entſcheiden.

Den Verſuch, beſter Freund, welchen Sie Seite 169. St. 3. B. 2. dieſes Journals anführen, daß ein Froſchſchenkel a mit ſeinem Nerven auf ein armirtes Stück Muskel b gelegt, zuckt, wenn er lebhaft iſt, und man die Nervenarmatur des Stücks b mit dem Muskel b in Vereinigung ſetzt, muß ich beynahe in Zweifel ziehen, weil die lebhafte Bewegung des Stücks b leicht bloß durch mechaniſchen Reitz wirken, ferner die unvermeidliche Feuchtigkeit, die ſich längſt den Schenkeln hinzieht, den Verſuch leicht unrichtig machen können. Mir glückte zwar der Verſuch unter mehreren Bedingungen, die ihn

 aber

aber immer unſicher machten. War das Stück b nicht ſehr lebhaft, a hingegen noch in voller Reitzbarkeit, lagen beide Stücke auf einer Glasplatte, dann leitete die Feuchtigkeit und der noch ſehr lebhafte Schenkel a ſtärker als b, und a bewegte ſich, obgleich b ruhete. Brachte ich aber a auf eine andere Glasplatte, ſo ruhete dieſer Schenkel.

Ob ich nach dieſen Verſuchen annehmen ſoll, daß dieß Fluidum Electrizität ſey, oder ein eigenes; darüber bin ich, beſter Humbold, noch mit mir ſelbſt nicht eins, aber geneigter wäre ich doch für die electriſche Natur zu entſcheiden. Die große Aehnlichkeit, die der Galvanismus, ſo weit wir ihn kennen, mit der Electrizität hat, die Gleichheit zwiſchen den iſolirenden Subſtanzen, unter denen höchſtens die Flamme eine Ausnahme zu machen ſcheint, laſſen dieß ſehr vermuthen. Die mit der electriſchen Natur nicht gut zu reimenden Erſcheinungen werden erklärbarer, wenn man den ſehr ſchwachen Grad von Electrizität bedenkt, der es ſeyn müßte, und daß es doch auch nicht ungereimt iſt, anzunehmen, die Electrizität könne im thieriſchen Körper gezwungen werden, zugleich noch andern Geſetzen zu folgen, ſie könne dort animaliſirt werden. So etwas ſcheinen doch auch wirklich einige Verſuche zu beſtätigen; wie z. B. der, deſſen ich oben erwähnte, wo die Zunge nichts empfindet, wenn ein lebender Froſch in den Zirkel tritt, wohl aber, wenn ein todter hinein kömmt. — Ich berührte im Anfange, daß ich an einem Tage, nämlich den 28ſten Auguſt, ſo ſehr glücklich in Verſuchen geweſen wäre. Es war ſchon mehrere Tage drückend heiß geweſen, endlich kam aber ein Gewitter, welches über zwey bis drey Stunden anhielt, mit vielem Hagel. — Die Dunkelheit hinderte mich im Leſen, und ich glaubte dieſe Gelegenheit nutzen zu müſſen, um zu ſehen, ob das Gewitter nicht die Verſuche

ſuche begünſtigte. — Ich hatte einen Froſch, der erſt drey Tage im Waſſer geſeſſen hatte, aber auch noch an- andere, die ſchon in einem ſtinkenden Waſſer ohne Fut- ter über 14 Tage zubrachten, und von denen ich einige Tages zuvor ſehr matt bey den Verſuchen befunden hatte. Aber ſowohl der, welcher erſt einige Tage geſeſſen hatte, als auch die andern, zeigten ſich während dem Gewit- ter bey den Verſuchen äußerſt lebhaft. Verſuche, die mir den Tag zuvor gar nicht gelingen wollten, z. B. wenn ich den in der einen Hand aufgehobenen Froſch mit einem Stücke Zink berührte, welches ich in der andern hielt, gelangen mir ſogleich und anhaltend. Den Tag zuvor bedurfte es immer, daß zwey Metalle in Berührung dabey kamen. Auch ſelbſt meine Zunge fühlte viel leb- hafter und empfindlicher. — — Ich will aus einer ſo einzelnen Erſcheinung, die ohnſtreitig viel Unbeſtimmtes hat, nichts ſchließen; aber es verdient doch immer wie- derholt zu werden, in wie fern die in der Luft enthaltene Electrizität die Verſuche begünſtigt. —

Diejenigen, welche den ſauren Geſchmack, der dem electriſchen ſehr gleich kommt, als Beweis für die electri- ſche Natur des Galvanismus anführen, ſcheinen mir ſehr in Irrthum zu ſeyn. — Dieſe Empfindung, ſo wie die des Sehens bey den Verſuchen, beweiſt weiter durchaus nichts, als daß der Nerv des Sinnes gereitzt wird. Jeder einfache Reitz, der fähig iſt auf die Ner- ven zu wirken, wird die dieſem Nerven eigenthümliche Empfindung hervorbringen, und daraus ſchließen zu wollen, weil auf der Zunge die Empfindung eines Lau- genſalzes, oder einer Säure hervorgebracht wird, die Materie ſey ſauer oder alkaliſch, würde eben ſo unge- reimt ſeyn, als wenn man aus der Empfindung des Se- hens ſchließen wollte, die Materie enthalte Lichtſtoff. Der Sehnerv kann keine andere Empfindung, als die des

Digitized by Google

Sehens mittheilen, und gienge er vielleicht mit dem nämlichen Urſprung aus dem Gehirne ins Ohr, ſo würden wir bey einem Reitz deſſelben im Ohre die Empfindung des Sehens haben. Aus einigen Erſcheinungen zu urtheilen, ſcheint es, daß der Sehnerv auch gar keiner andern Empfindung fähig iſt, nicht einmal der des Schmerzes. — Sehen Sie mit offenen Augen in die Sonne, Sie empfinden keine Wärme im Auge, da doch die Sonnenſtrahlen, wie durch ein Brennglas auf eine Stelle conzentrirt werden. Ja, bey der Ausrottung des Auges empfand der Kranke, während der Durchſchneidung des Nerven, keinen Schmerz, und ich wollte beynahe im Voraus behaupten, die Kranken würden in dem Augenblick die Empfindung des Lichtes haben. — Die Schlüſſe die ſich hieraus für die Phyſiologie der Sinne ziehen laſſen, gehen mich hier nichts an, aber Sie werden doch leicht ſehen, wie viel man daraus ziehen kann. — Daß man den Galvanismus auch zur Erkennung des ſchwarzen Staars, wenn dieſer mit dem grauen verbunden iſt, brauchen könnte, darauf war ich ſchon eher gerathen, als Herr Pfaff dieß anrieth. Ein Recenſent der Salzb. medic. chirurg. Zeitung widerſpricht zwar dieſem, aber er widerſpricht gar vielem, dem man gewiß nicht widerſprechen kann. Ich will zwar nicht läugnen, daß ſelbſt bey einem ſchwarzen Staare noch die Empfindung des Lichtes ſeyn kann, und ich machte den Verſuch in der Hoffnung, daß noch Licht erſcheinen würde, aber vergeblich. Aber entſteht auch die Empfindung von Licht, ſo würde ich mich gewiß ſobald nicht abſchrecken laſſen, den Staar zu heilen. Bey dem, wo ich den Verſuch anſtellte, war das eine Auge ſchon ſeit mehreren Jahren ausgelaufen, doch ſah der Kranke noch zuweilen mit dieſem Auge des Abends, wenn ſchnell Licht in die Stube gebracht ward, aber nur einen Augenblick. Durch eine zurückgebliebene Spur der Hornhaut fiel in dieſem Falle

noch

noch Licht ins Auge, aber es ſcheint, daß ſich die Iris denn ſchnell zuſammenzog und dieſe noch helle Oeffnung verſchloß. An dem andern Auge litte der Mann an einem ſchwarzen Staar, wo außer mehreren Aerzten, auch unſer großer Richter vergebens gebraucht war. — In dem erſteren Auge ihm eine Empfindung des Lichtes zu erwecken, glückte mir ſogleich, aber in dem andern verſuchte ich es öfters ganz vergebens. Wäre es geglückt, ich würde die Hoffnung, ihn noch zu heilen, nicht aufgegeben haben.

Ich habe, wie Sie ſchon gehört haben, auch Ihre Verſuche mit dem Fliegenpflaſter an mir ſelbſt wiederholt, da dieſe dem Phyſiologen und Arzte beſonders intereſſant ſind. Ich glaube, daß eine geringere Reitzbarkeit meines Körpers mich nicht alle die unangenehmen Folgen in ſo einem Grade empfinden ließ, wie Sie ſie bey den Verſuchen erdulden mußten. Die Wunden wurden zwar gleich anfangs, nachdem ich angefangen hatte zu galvaniſiren, ſehr roth und ſchmerzhaft, und gaben bald, ſtatt eines gelben Waſſers, eine rothe Feuchtigkeit in großer Menge von ſich, aber wo ſie hinlief, oder wo ich Figuren mit dieſer auf meinem Leibe mahlte, erſchien keine blaue Röthe. — Nur in der Nähe der ſehr gereitzten Wunden ſchien es einmal zu glücken. — Der ganze Umkreis der Wunde, auch wo eine Feuchtigkeit hinlief, ward äußerſt roth und ſchmerzhaft. Nachdem ich am zweyten und dritten Tage die Verſuche an den noch offenen Wunden wiederholt hatte, ward die untere ſehr ſchmerzhaft, ganz braun, und weiter nach der Hand zu ſchwoll eine Stelle unter der Haut von der Größe eines Thalers in eine ſehr ſchmerzende Geſchwulſt an, die heute am fünften Tage, ſeitdem ich die Pflaſter legte, noch nicht verſchwunden iſt. Eigentliches Zucken der Muskeln ſahe ich nicht; zwar fing mein Biceps einmal

 an

an zu zucken, aber dieß rührte offenbar von der anhaltenden Anſtrengung des Arms her, und verſchwand, als ich dieſen auf etwas ſtützte. Ich hatte dieſelbe Empfindung, wie bey einem electriſchen Schlage, nur viel ſchwächer, meiſt nach unten zu, ſelten, und nur undeutlich, nach oben, und wie ich ſchon erinnerte, nur von der Stelle aus, wo das Gold lag. Lag das Gold an der unteren Wunde, ſo war die Empfindung nie zwiſchen beiden Wunden, ſondern noch immer unter der Wunde am Vorderarm. Deutlicher kann ich die Empfindung mit dem Gefühl vergleichen, welches das etwas heftigere Reiben der Nerven an der inneren Seite des Oberarms hervorbringt; ein Gefühl, welches ſich auch nur nach unten zu erſtreckt. — In den Wunden ſelbſt fühlte ich ein Brennen und Stechen, da aber ſchon der mechaniſche Reitz der Metalle einen empfindlichen Schmerz machte, ſo kann mann weniger genau davon urtheilen, wie viel dem Galvaniſchen Fluidum zukömmt. Ich hätte überhaupt noch einmal große Luſt zu verſuchen, wie ſich eine bloß gereitzte Wunde mit iſolirten Subſtanzen verhält, um genauer zu beſtimmen, wie viel Antheil der mechaniſche Reitz an den Erſcheinungen hat. — Armirte ich nur eine Wunde mit Gold, die Zunge mit Zink, und brachte dieſe beiden Metalle in Verbindung, ſo war mirs nicht möglich eine Empfindung von Zucken im Arme hervor zu bringen. Auch noch in dieſem Augenblick verſuche ich es vergebens mit Kohle und Zink an der noch eiternden Wunde, obgleich die Zunge den deutlichſten Geſchmack empfindet. — Eine größere Unempfindlichkeit der bewegenden Nerven gegen die der Sinne, und überhaupt eine größere Unempfindlichkeit des menſchlichen Körpers gegen den eines Froſches für das Galvaniſche Fluidum, iſt wohl hiervon Urſache. Auch die Verſuche, wo man den Maſtdarm und die Zunge armirt, beweiſen dieß. Ein Froſch hüpft hierbey in die Höhe, und mir brachte

brachte es nur ein gelindes Zuſammenziehen im Maſtdarm hervor. —

Was den Streit über die nöthige Verſchiedenheit der Metalle oder Subſtanzen betrift, ſo bin ich ſehr geneigt, mich auf Voltas Seite zu ſchlagen. Mir glückte der Verſuch zwar ſehr leicht, durch ein Stück Zink, mit dem ich beide Cruralnerven-Bündel ohne Muskelfleiſch berührte, Zuckungen und zwar ſehr deutlich hervorzubringen. Wenn ich aber das nämliche Stück Zink zum zweytenmale, und zwar mit denſelben Stellen an die Nerven brachte, ruhete alles. Dieß widerfuhr mir jedesmal. Es konnte hieran durchaus nichts anders, als die Feuchtigkeit Urſache ſeyn, die ſich von den Nerven dem Zinke mittheilte, und nun die Kette r, R, r, machte. Ich wiſchte alſo das eine Ende ſorgſam ab, und nun hatte ich wieder Zuckungen und es ſtand bey mir, dieſe ſo oft hervorzubringen und zu hindern, wie ich wollte. Ich machte den Verſuch wohl zwölfmal in Gegenwart eines anderen hinter einander, und nie ſchlug es fehl. — Kann ſich bey Ihrem Verſuch mit dem gereinigten Queckſilber nicht etwas ganz ähnliches zutragen, und wie iſt es möglich dieſer Einwendung zu entgehen? — Ihren Verſuch mit einer Kette aus bloß thieriſchen Subſtanzen, habe ich nicht ſo wiederholt, wie Sie ihn vorgeſchrieben haben; denn Sie ſprechen von einer künſtlich erhöheten Empfänglichkeit des Organs, wahrſcheinlich durch Laugenſalz. Aber iſt dieß angewendet, ſo kann man unmöglich behaupten, daß bloß thieriſche Subſtanzen in die Kette traten, da nach Voltas Verſuchen Waſſer und Ol. Tartari p. d. ganz verſchiedene Reitzer ſind, und beide kommen ja bey dem Verſuche in Berührung. Alſo traten hier wieder dieſelben Bedingungen ein, als bey dem Experiment, wo Seife oder Blut auf der Bruſt liegt, und es wird nicht beweiſend. — Ohne dieſes Laugenſalz

genſalz wollte mir der Verſuch auch nicht gelingen; zwar hatte ich ſeitdem noch keine Gelegenheit Thiere aus dem Winterſchlafe zu wecken, und unter dieſen Umſtänden Verſuche zu machen, kann alſo, bis ſich mir dieſe Gelegenheit zeigt, noch nichts hierüber mit Zuverläſſigkeit ſagen. — Nur was ich gegen dieſe Verſuche einzuwenden habe, iſt die Erſcheinung, daß doch noch von keinem unleugbar bewieſen iſt, daß nicht zwey Subſtanzen nöthig wären, und alle eingeſtehen müſſen, daß bey größerer und deutlicherer Verſchiedenheit der reitzenden Subſtanzen auch die Wirkung heftiger iſt, und daß man ferner durch Stoßen und Reiben einer Subſtanz die nöthige Verſchiedenheit mittheilen kann, (einer Ihrer ſchönen Verſuche,) der aber doch auch ſehr dawider ſpricht, daß die Erſcheinungen von den Organen ausgehen. — Ich will dadurch gar nicht leugnen, daß nicht ein Stück Muskelfleiſch, oder Nerv, auch einen Reitzer abgeben kann; denn wer wollte es wagen zu leugnen, daß nicht auch dieſe Subſtanzen einen gewiſſen Grad des einwohnenden Galvanismus haben können, der während ihres Lebens vielleicht + iſt, wenn er nach dem Todte — G wird, aber deshalb noch nicht das Leben ſelbſt zu ſeyn braucht. —

Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt, Verſuche mit dem Turmalin, oder dem wirklichen Magnetismus, in Rückſicht des Galvanismus anzuſtellen, was Sie vielleicht ſchon gethan haben, und dadurch doch nicht weiter kamen. Gelangt man durch ſie auch zu nichts, denn erfährt man durch ſie doch wenigſtens, daß der Galvanismus nicht mit ihnen verwandt iſt. — Ich werde mir die nöthigen Sachen, mit denen ich eben nicht verſehen bin, verſchaffen, und dann verſuchen, wohin mich dieß führt.

Was

Was Ihren Verſuch wegen des empfindlichen Wirkungskreiſes oder der Atmoſphäre der Nerren betrift, ſo muß ich geſtehen, daß mir, ehe ich Verſuche darüber angeſtellt hatte, dieß ſehr plauſibel ſchien. Ich war auch ſo glücklich, es ſogleich beſtätigt zu ſehen, konnte aber unmöglich hindern, daß ſich bey der Zurichtung zu dem Verſuche nicht Feuchtigkeit zwiſchen die beiden Nervenenden ſchlich, die als Leiter diente und den Verſuch ungewiß machte. — Ich nahm, um dieſen auszuweichen, zwey verſchiedene Glasplatten, legte den armirten Nerven ganz an den Rand des Glaſes, ſo daß er etwas überſtand, und auf die andere Glastafel eben ſo den armirten Schenkel, brachte nun beide Enden ſo nahe als möglich zuſammen, ohne daß ſie ſich jedoch berührten, konnte ſo aber nie eine Bewegung hervorbringen. — Der Verſuch mit dem Stück Muskelfleiſch, welches Sie in der Entfernung wirken ſahen, gelang mir auch nicht. Ich ſahe zwar den Muskel bey ſehr lebhaften Fröſchen, zuweilen zittern, auch wenn ich mit Gold in ſeine Nähe kam; aber dieß Zittern hörte nicht gleichmäßig auf, wenn ich das Gold entfernte. Ich muß daher, um mich hiervon zu überzeugen, nothwendig dieſen Verſuch öfter und unter Umſtänden gelingen ſehen, wo man keine Täuſchung erwarten darf; denn ſo ſehr Sie, liebſter Freund, auch Recht haben, daß ein gelingender Verſuch mehr beweiſt, wie zehn mißlungene, ſo gilt doch dieſer Satz da nicht, wo man offenbar dieſelbe Erſcheinung auch zufällig erwarten darf. In dieſem Falle müſſen die Verſuche doch gehäufter ſeyn, um etwas zu beweiſen.

Ihre Entdeckung, die Reitzbarkeit oder vielmehr die Nervenkraft wieder herzuſtellen, ſind bezaubernd und verdienen den größten Dank, — da ſie in der Praxis angewendet, ſo heilſam ſind, und überdem wegen der Wirkungsart noch mancher räthſelhafter Mittel ſo viel

Digitized by Google

Aufſchluß geben. Mir glückte der Verſuch bey einem ermatteten Froſche mit rauchender Salzſäure und Ol. Tart. p. d. und zuletzt mit einer Auflöſung von Lapis cauſticus eilfmal, ſelbſt als der Schenkel ſchon ganz ſteif war. — Ich glaubte zuletzt, es gienge ewig. — Betäubte ich den Nerv mit Opium, dann erweckte ich die Nervenkraft durch Laugenſalz. — Dieſer Verſuch giebt uns ein ſchnelles und ſicheres Gegenmittel wider das Opium. — Statt der Salzſäure nahm ich Phosphorſäure, aber ohne Erfolg. Noch indem ich dieſes abſchreibe, kann ich Ihnen, lieber Freund, die Nachricht geben, daß ich ſeitdem in einem Falle, wo die heftigſten Convulſionen, die nach Furcht entſtanden waren, und wo die beſten krampfſtillenden Mittel mehr zu ſchaden ſchienen, ſogleich mit dem Oleo Tart. p. d. half. Ich gab es zu 10 bis 25 Tropfen bey einem Kinde von drey Jahren. Ich habe geſtern Herrn Hofrath Hufeland den Fall für ſein Journal geſchickt, da die Wirkung ſo auffallend war. — So viel! —

Sie erinnern ſich wohl noch, lieber Humboldt, daß Sie mich in Wien, als wir dort gemeinſchaftlich einige Cabinette beſahen, darauf aufmerkſam machten, daß die meiſten, oder alle foſſile Backenzähne der Elephanten, der Raçe zugehörten, deren Kronen geſchlängelte Erhabenheiten hätten, und nie ſey Ihnen ein foſſiler Backenzahn mit rhomboidaliſchen Erhabenheiten vorgekommen. Ich traf einen ſolchen in Stutgardt an, der nebſt mehrern Knochen in Kannſtadt, eine Stunde von da, ausgegraben war Aber ganz offenbar war er neuern Urſprungs, denn der Schenkelknochen ſchwitzte noch Fett aus. Sollte dieſes Gerippe nicht einem Elephanten aus den Zeiten der Römer zugehören, denn ſpäter iſt doch wohl wahrſcheinlich keiner in die Gegend gekommen, noch weniger einer mit rhomboidaliſchen Kronen, da alle

neuere

neuere geſchlängelte Ergebenheiten haben? Der Schenkelknochen war klein, wohl nicht über 2½ Fuß hoch, nicht wie der in Wien, der 5 Fuß maß. — Plinius ſagt, die Römer hätten ſich der aſiatiſchen Elephanten bedient, aber auch zuweilen der afrikaniſchen, die viel kleiner wären. — Ein Freund von mir, der die Aufſicht über das Kabinet hat, Herr Dr. Autenrieth wird uns nächſtens näher mit dieſen Knochen und den anderen foſſilen Knochen vom Ohio-Thiere, die ſich dort befinden, bekannt machen. Er lernte in dieſer Abſicht Kupferſtechen, und hat mir ſchon einige nette Proben überſandt. Vielleicht kommt es auch dazu, daß die ſchönen Zeichnungen, die mein Bruder von den Knochen dieſes Thiers beſitzt, bekannt gemacht werden, und ich denke, dann wird man eine ziemlich vollſtändige Oſteologie dieſes Thiers erhalten.

Ihr ergebenſter

G. Ph. Michaelis.

Digitized by Google

2.

Bemerkungen über Herrn Profeſſor Hube's Erklärung der Ebbe und Fluth,

von

Herrn Friedrich Carl Fulda.

Die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth ſind bisher als ein ſolcher Triumph der Neutoniſchen Philoſophie angeſehen worden, daß ſowohl jede Erklärung derſelben, die, obgleich aus der allgemeinen Anziehungskraft der Materie hergeleitet, doch den Neutoniſchen Grundſätzen nicht vollkommen beyſtimmt, als noch vielmehr jeder Vorwurf, der dem Neuton in dieſer Abſicht gemacht wird, alle Aufmerkſamkeit verdient. Dieſe Bewandniß hat es mit der vom Herrn Profeſſor Hube in ſeinen Briefen über die Naturlehre *) aufgeſtellten eigenen Meynung. Wer die Abſicht hat, ſich mit den Gründen dieſer ſo höchſt wichtigen Naturerſcheinung im Ganzen bekannt zu machen, den müſſen nothwendig die Vorwürfe, die Herr Profeſſor Hube bey dieſer Gelegenheit den ältern Naturforſchern macht, zu einer Vergleichung beider Meynungen veranlaſſen, und dieſe Abſicht kann wenigſtens mich entſchuldigen, eine Stelle eines ſchon ſeit mehre-

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. In einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. III. Th. S. 240. ff.

Digitized by Google

mehreren Jahren beliebten Buches zu nützen. Der Geiſt, womit Neuton dieſen Gegenſtand mit einemmal umfaßte, und der ſich erſt aus der Geſchichte der ältern Hypotheſen in ſeinem vollen Glanze zeigt, muß Bewunderung erregen, obgleich Neuton ſich damit begnügte, in der Kürze die vornehmſten Umſtände dieſer Erſcheinung anzuführen, und ihren Zuſammenhang mit der allgemeinen Schwere zu zeigen, daher den ſpätern Naturforſchern noch manches zu ergänzen übrig blieb. Herr Profeſſor Hube ſagt ſelbſt: „Eine der merkwürdigſten Erſcheinungen, welche das wechſelſeitige Anziehen der himmliſchen Körper unter einander beweiſt, iſt die Ebbe und Fluth. Sie zeigt aufs deutlichſte, daß der Mond mit Kräften auf die Erde zurückwirkt, welche denen, durch welche die Erde den Lauf des Mondes ſtöhrt, vollkommen ähnlich ſind.“ Dennoch beſchuldigt Er aber den Neuton, und alle ſeine Nachfolger, L. Euler, Maclaurin, Daniel Bernoulli u. a. deren vortrefliche Schriften der 1740 von der Academie der Wiſſenſchaften zu Paris ausgeſetzte Preis veranlaßte, daß ſie bey Erklärung dieſer Erſcheinung des wahren Geſichtspuncts verfehlt hätten, indem hier nicht ſowohl die Frage ſey, woher es komme, daß das Meer an einem Orte höher, an dem andern niedriger ſtehe, als vielmehr welche Urſache ſo gewaltſame und ſo ſonderbare Bewegungen in dem Meere hervorbringe. Man könnte durch dieſe Diſtinction gar leicht auf den Gedanken geleitet werden, es hätten alle dieſe große Männer auf die Bewegung der Erde um ihre Achſe gar keine Rückſicht genommen, und dieſe obgleich ſo glückliche Erklärungen und Berechnungen wären bloß für die ſtille ſtehende Erde, für den Stand des Meeres gegen den Mond, nicht für ſeine Bewegung gegeben worden, welches doch keinesweges der Fall war.

Stellt

Stellt man ſich, da die Kraft des Mondes nur auf die Verſchiebbarkeit der Waſſertheilchen an einander zu wirken vermag, um dieſe Erſcheinung im Ganzen hinreichend erklären zu können, die Erde als eine mit Waſſer umgebene Kugel, und den Mond in der Ebene ihres Aequators vor, welches, wie Herr Profeſſor Hube ſelbſt ſagt, ſehr leicht anzunehmen iſt, da er ſich nie merklich von derſelben entfernt, ſo werden, da die Diſtanz des Mondes von dem Mittelpunkt der Erde ungefähr 60 Erdhalbmeſſer beträgt, diejenigen Punkte des Aequators, welche nur 59 Erdhalbmeſſer von dem Mond entfernt ſind, ihn alſo ungefähr in ihrem Zenith haben, am ſtärkſten, diejenigen Punkte des Aequators hingegen, welche 61 Erdhalbmeſſer von dem Mond entfernt ſind, denen er alſo ungefähr im Nadir ſteht, am ſchwächſten angezogen, daher wird das Waſſer in den erſteren ſich erheben, in den letzteren aber gegen die erſteren zurücke bleiben, folglich ſowohl in dieſen als jenen eine Fluth, in denen zu beiden Seiten 90° von ihnen entfernten Punkten, welchen durch dieſe Erhebung das Waſſer entzogen wird, eine Ebbe entſtehen.

Hierbey iſt nun bloß auf die Verminderung und Vermehrung der Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt der Erde durch den Mond Rückſicht genommen, und nur die Frage beantwortet, warum das Meer unter dem Aequator an einem Orte höher, an dem andern niedriger ſtehe. Es iſt aber auch dieſes nichts mehr, als die einfachſte Vorſtellung, die man ſich von dieſer Sache machen kann, und die man gewöhnlich giebt, um zu zeigen, wie man ſich in der Kürze von dem Erfolg dieſer Erſcheinung aus der Wirkung des Mondes auf die Erde überzeugen könne. Sehr ungerecht aber ſcheint mir Neuton und noch mehr Euler, Maclaurin u. a. beſchuldigt zu werden, daß ſie allein bey dieſer

dieſer Vorſtellung ſtehen geblieben, und andere Kräfte, die bey Umdrehung der Erde um ihre Achſe dieſer Bewegung des Meeres behülflich oder hinderlich wären, gar nicht in Betrachtung gezogen hätten. Ich glaubte dieſes voranſchicken zu müſſen, um deſto leichter den Geſichtspunkt, aus welchem Herr Profeſſor Hube die ältern Erklärungen zu betrachten ſcheint, mit den ſeinigen vergleichen zu können. Will man nun in dieſer Unterſuchung weiter gehen, ſo läßt ſich ohne Zweifel auf folgende Art am ſicherſten die gemeinere Meynung mit der von Herrn Profeſſor Hube vereinigen.

1. Es ſey ADBE (Fig. 1.) der Aequator der Erde, L der Mond in der Ebene deſſelben. Die Erde drehe ſich um ihre Achſe nach der Richtung EADB, und M ſey irgend ein Punkt oder ein Waſſertheilchen unter dem Aequator, welches nach den Geſetzen der Schwerkraft von L nach der Richtung ML, und von C nach der Richtung MC in umgekehrtem Verhältniß der Quadrate der Entfernungen angezogen wird. Dieſe Kraft nach ML löſe man in zwey andere MP, MG; die Kraft nach der Richtung MC aber in MP, MF, auf; ſo wird von den beiden letzteren MG, MF, die eine durch die andere vermindert, daraus folgt eine geſchwächte Kraft MH. Die beiden erſteren MP aber wirken zugleich nach einerley Richtung, und geben eine verſtärkte MN. Die mittlere MT dieſer Kräfte MH, MN, iſt nun eigentlich diejenige, die das Gleichgewicht, in welchem der Punkt M gegen die übrigen ſteht, aufhebt (vis perturbatrix); und dieſe giebt eine Tangentialkraft MQ, und eine Veränderung in der Schwere MR, auf welche beide unſer Augenmerk allein gerichtet ſeyn muß.

2. Dieſe Zerlegungsart der auf dem Punkt M wirkenden Kräfte bediente ſich Euler *), und es iſt leicht zu erach-

*) Recueil des pieces qui ont remporté les prix de l'Acad. Roy. des ſcienc. T. IV. p. 258.

erachten, daß dieſe als Schwerkräfte auf ihn wirken müſſen, er mag in Ruhe oder durch eine andere Kraft bereits in Bewegung geſetzt ſeyn. Auch laſſen ſich ihre Größen durch das allgemeine Geſetz der Anziehungskraft leicht berechnen. Euler findet die Tangentialkraft MQ, welche V heiſſe, wenn die Diſtanz des Mondes von dem Mittelpunkt der Erde CL = a, die Ziehkraft des Mondes gegen die Erde = S, und CP = x, PM = y, iſt.

$$V = \frac{3 S x y}{a^3 \sqrt{(x^2 + y^2)}}.$$

Die Veränderung der Schwere MR, welche W heiſſe:

$$W = \frac{S (y^2 - 2x^2)}{a^3 \sqrt{(x^2 + y^2)}}.$$

3. Drückt man dieſe Größen der Erleichterung folgender Unterſuchungen wegen durch den Winkel MCE = α aus, und ſetzt den Halbmeſſer der Erde MC = r, ſo erhält man, da x = r. Sin. α
y = r. Coſ. α

$$V = \frac{3 r S}{2 a^3} . \text{ Sin. } 2\alpha.$$

$$W = \frac{r S}{a^3} . (3 \text{ Coſ. } \alpha^2 - 2).$$

4. Dieſe erſtere, oder die Tangentialkraft V iſt es nun, welche die Schwungkraft ſtöhrt, die der Punkt M bey ſeiner Umdrehung um den Mittelpunkt C hat, und welche derjenigen, welche die Variation des Monds bewirkt, vollkommen ähnlich iſt, wie leicht erhellet, wenn man ſich in C die Erde, in L die Sonne, in M aber den Mond in ſeiner Bewegung um die Erde vorſtellt; und dieſe Kraft iſt es, welcher Herr Profeſſor Hube allein das Vermögen zuſchreibt, das Meerwaſſer in Bewegung zu ſetzen, alſo Ebbe und Fluth hervorzubringen,

gen, da hingegen Euler auf die Verbindung beider Kräfte Rückſicht nahm, und daraus die Höhe, zu welcher das Waſſer erhoben wird, berechnete. Betrachtet man nun aber, da Herr Profeſſor Hube bloß einer dieſer Kräfte gedenkt, jede für ſich allein, ſo fragt ſich, welche das meiſte zu einer ſo regelmäßigen Bewegung im Meere beytrage?

5. Dieſe beide Kräfte (3) ändern ſich, indem der Punkt M nach der Richtung EADB um C läuft, und der Winkel MCE oder der Bogen EM = α ſich ändert, und zwar iſt

1) die Tangentialkraft V = 0, wenn

$$\left.\begin{array}{l}\alpha = 0. \\ \alpha = 90^\circ. \\ \alpha = 180^\circ. \\ \alpha = 270^\circ.\end{array}\right\}$$ oder wenn M in E, A, D, und B iſt;

Hingegen iſt V in der Mitte zwiſchen dieſen Punkten allezeit am größten; $V = \frac{3\, r S}{2\, a^3}$. Zwiſchen E und A, und D und B iſt V poſitiv, daher wird daſelbſt die eigenthümliche Schwungkraft vermehrt. Zwiſchen A und D, und B und E aber iſt V negativ, daher wird daſelbſt dieſe Schwungkraft vermindert.

2) Die Schwerkraft W (3), die der Mond bewirkt, iſt W = 0, wenn

$$3\ \text{Coſ.}\ \alpha^2 = 2.$$

alſo $\text{Coſ.} = \sqrt{\tfrac{2}{3}} = 0{,}81649\ldots$ oder wenn

$$\left.\begin{array}{l}\alpha = 35^\circ.\ 16'. \\ \alpha = 144^\circ.\ 44'. \\ \alpha = 215^\circ.\ 16'. \\ \alpha = 324^\circ.\ 44'.\end{array}\right\}$$ iſt.

An dieſen Stellen wird alſo die eigenthümliche Schwere der Waſſertheilchen gar nicht geſtöhrt. Dieſe Schwerkraft iſt aber auch negativ am größten, $W = -\frac{2rS}{a^3}$, wenn Coſ. $\alpha = 0$, alſo $\left\{\begin{matrix}\alpha = 90^\circ.\\ \alpha = 270^\circ.\end{matrix}\right\}$ iſt, oder in A und B, wo daher die Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt C vermindert wird. Und dieſe Schwere iſt endlich poſitiv am größten, $W = \frac{rS}{a^3}$, wenn Coſ. $\alpha = 1$; alſo $\left\{\begin{matrix}\alpha = 0\\ \alpha = 180^\circ\end{matrix}\right\}$ iſt, oder in E und D, wo daher die Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt C vermehrt wird.

6. Setzt man die eigenthümliche Schwere unter dem Aequator $= 1$; ſo iſt die Schwere

in E und D $= 1 + \frac{rS}{a^3}$

in A und B $= 1 - \frac{2rS}{a^3}$

ihr Unterſchied $= \frac{3rS}{a^3}$, oder da für $r = 1$. $a = 60$ iſt, beträgt dieſer $\frac{1}{72000}$ der Ziehkraft des Mondes gegen die Erde, welches freylich nur geringe, doch aber als eine ſtuffenfolgende Wirkung von E bis A und D bis B immer einiges zur Bewegung des Waſſers beytragen mag. Daß aber Euler die Schwäche dieſer Kraft ſehr wohl gefühlt, beweiſt dieß, daß er bey der Beſtimmung der durch dieſe Kräfte gebildeten Geſtalt der Erde dieſe ganz aus der Acht ließ, und nur die eigenthümliche Schwere mit der geänderten Schwungkraft verglich.

7.

7. Leitet man die Fluthen allein aus der erſten Kraft (3) her, ſo iſt die grôßte Kraft, die ſie bewirkt: $V = \frac{3rS}{2a^3}$ (5).

Werden aber die Fluthen allein aus der zweyten Kraft (3) hergeleitet, ſo iſt dieſe grôßte Kraft: $W = -\frac{2rS}{a^3}$, (5) nur in ſofern negativ, als ſie der Schwere gegen C entgegenwirkt.

Es verhalten ſich alſo dieſe beiden grôßten Krâfte = 3 : 4. Daher iſt der letztere um $\frac{1}{4}$ ſtârker als die erſtere; da aber die Schwungkraft ſelbſt nur $\frac{1}{289}$ der Schwere iſt, ſo wird eine obgleich geringere Verânderung in ihr weit auffallender als eine Verânderung in der Schwere ſeyn, und dieß giebt ohnſtreitig der Meynung des Herrn Profeſſor Hube ein Hauptgewicht.

8. Bisher wurden bloß die Grôßen dieſer Krâfte, mit welchen der Mond auf die Waſſertheilchen wirkt, und ihre Richtungen unter einander verglichen. Nimmt man nun auch auf die Zeit Rückſicht, in welcher dieſe Krâfte ihre grôßten Wirkungen âußern, ſo ſieht man leicht, daß, wenn man die Ebbe und Fluth bloß aus der erſten Kraft (3), wie Herr Profeſſor Hube herleitet, die grôßte Fluth in der Mitte zwiſchen E und A, und zwiſchen D und B, wo die Beſchleunigung am grôßten, alſo da M zu ſeinem ganzen Umlauf 24 Stunden gebraucht, drey Stunden eher erfolgen müßte, als der Mond durch den Mittagskeis geht. Leitet man hingegen dieſe Erſcheinung allein aus der zweyten Kraft (3) her, ſo muß die grôßte Fluth in demſelben Zeitpunkt erfolgen, in dem der Mond durch den Mittagskreis geht. Eben dieſe Bewandniß hat es mit der Ebbe in D und E. Nun iſt es eine allgemein bekannte Beobachtung, die Herr

 Pro-

Digitized by Google

Profeſſor Hube ſelbſt erwähnt, daß dieſe größten Fluthen in dem Ocean des heiſſen Erdſtrichs erſt $2\frac{1}{4}$ Stunde nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian erfolgen, und dieſe Erſcheinung wird ſehr natürlich einer Verſpätigung der Waſſertheilchen, einem Aufwand zuzugeſchrieben, den die Kraft des Mondes auf Ueberwindung ihrer Trägheit wenden muß. Sollte dieſe Trägheit eine Verſpätigung von $5\frac{1}{2}$ Stunde verurſachen, und nicht nur einer geringern Wirkung fähig ſeyn, da nur geringe Kraft zur Verſchiebung der Waſſertheilchen an einander erfordert wird, und ſollte nicht dieſes beweiſen, daß man des wahren Geſichtspunkts nicht gänzlich verfehlt, wenn man mit der Schwungkraft auf die Schwere zugleich Rückſicht nimmt, indem die zunehmende Verminderung der Schwere zu Beſchleunigung der Schwungbewegung von E bis A beyträgt?

9. Da Herr Profeſſor Hube ferner S. 243 ſagt, das Meerwaſſer müßte, wenn man nämlich die Ebbe und Fluth nach der alten (Neutoniſchen) Meynung erklärte, von unten an beiden Seiten durch 1350 geographiſche Meilen fortflieſſen, um die gehörige Erhöhung unter dem Monde zu bilden, und wie es möglich ſey, daß dieſe Erhöhung jetzt zu Stande kommen könne, da die Erde ſich in 24 Stunden um ihre Achſe dreht? ſo könnte mancher hieraus leicht den Schluß machen, die ältern Naturforſcher hätten ſich vorgeſtellt, das Meerwaſſer ſchieße täglich in Zeit von ſechs Stunden von E und D bis A durch 1350 geographiſche Meilen vor, bloß aus der Anziehungskraft des Mondes getrieben, und bilde alsdenn durch ſeinen Zuſammenfluß in A dieſe Erhöhung von 10 — 12 Fuß unter dem Monde. Dieſer Schluß könnte manchem, insbeſondere Anfängern, denen doch dieſe lehrreichen Briefe vorzüglich beſtimmt ſind, und die nicht immer Zeit und Muße haben, die

Sache

Sache ſelbſt aus ihren Quellen näher zu prüfen, von der ſo berühmten und allgemein anerkannten Neutoniſchen Erklärung der Ebbe und Fluth ſchlimme Begriffe beybringen. Daß aber dieſe mit jenem Gedanken gar nicht zuſammenhängt, beweiſen obige (3) von Euler gefundene Formeln ſehr deutlich, deren erſtere, welche Herr Profeſſor Hube allein gebrauchte, die Richtung der Schwere wirklich ändert, die zweyte aber dieſe in ihrer Richtung geänderte Schwere eines Punktes M, indem er von E bis A in ſeiner Bewegung um C geht, nach und nach immer mehr und mehr vermindert, daher auch ſeine eigenthümliche Schwungkraft von E bis A nach und nach vermehrte, bis ſie in A am größten wird, woraus nothwendig in A ſich das Waſſer allmählig erheben, und wenn M gegen D über A hinausgeht, dieſe Erhöhung ſich nach und nach nicht nur verliehren, ſondern indem die Schwere gegen D hin vermehrt, die Schwungkraft vermindert wird, das Waſſer ſogar in ſeiner Bewegung zurückgehalten werden muß.

10. Auf dieſe Art tragen beide Kräfte zu dieſer merkwürdigen Erſcheinung bey, und es war hier niemals meine Abſicht, die Meynung des Herrn Profeſſor Hube von der vorzüglichſten Einwirkung der erſten Kraft zu widerlegen, ſondern bloß zu zeigen, daß auch Euler u. a. ſchon eben dieſe Gedanken hatten, und daß ſie, wenn ſie auf Verminderung und Vermehrung der Schwere Rückſicht nahmen, ungerecht einer Verfehlung des wahren Geſichtspunkts beſchuldigt werden. Die durch dieſe Kräfte gebildete Afterkugel unſerer Erde, welche Herr Profeſſor Hube für ein bloßes Werk der Einbildung erklärt, iſt freylich auch nichts anders, und der Weg ſie zu beſtimmen eine bloß ſpeculative Unterſuchung, welche, wenigſtens wenn ſie auf dieſem Wege angeſtellt wurden, den Euler und Maclaurin befolgten, noch

immer ihren ſehr großen Nutzen ſtifteten. Daß es ſich damit nicht wirklich ſo verhält, ſcheint mir keiner Widerlegung zu bedürfen, genug, daß es ſich damit ſo verhielte, wenn die Erde auch bey ihrer Umdrehung um eine Achſe eine vollkommene und ganz mit Waſſer umfloſſene Kugel wäre, ob ſich gleich hier wiederum die eigne Beſchaffenheit dieſer flüſſigen Materie mit hineinmiſcht. Wir ſind überhaupt — nach dem Ausſpruch eines unſerer größten deutſchen Naturforſcher — den Erſcheinungen zu nahe, die uns hier intereſſiren, wir beobachten ſie gleichſam mikroſcopiſch, und bemerken folglich die Abweichungen von dem Hauptgeſetze deutlicher, als das Hauptgeſetz ſelbſt. Die Afterkugel muß immer die Baſis bey dieſer Betrachtung bleiben, ſo wie die Ellypſe ſelbſt bey ſo leichten Körpern, als die Cometen ſind, immer die Baſis bleibt, ob es gleich nicht bloß wahrſcheinlich, ſondern wohl gewiß iſt, daß wegen der Menge von Stöhrungen, kein einziger in einer Ellypſe geht.

11. Daß auch Maclaurin eben den Gedanken von dem Einfluß des Monds auf die Schwungkraft der Waſſertheilchen hatte, beweiſt mir folgende Stelle in Sect. IV. ſeiner Preisſchrift *): „Ob motum terrae diverſa eſt ratio aeſtus maris. Hinc enim aqua nunquam fit in aequilibro, ſed perpetuis motibus agitur. Dum aquae moles revolvitur motu diurno, augentur vires, quibus aſcenſus ejus promovetur in tranſitu aquae a locis D et E ad A et B, et in his locis evadunt maximae; aſcenſus tamen aquae prorogari videtur, poſtquam hae vires minui coeperunt usque vere ad loca, ubi hae vires equipollent viribus quibus deprimitur infra altitudinem, quam naturaliter obtineret, ſi nulla vi extranea motus aquae perturbaretur; adeo ut motus aquae conſiderari poſſet tanquam libratorius, et tantundem fere aſcendat viribus, quibus eleva-

*) Recueil des pieces de prix. T. IV. p. 224.

elevatur, decreſcentibus, quam iisdem creſcentibus.“ — Es hat alſo auch dieſer große Mann des wahren Geſichtspunkts nicht verfehlt, ob er gleich zuvor die Möglichkeit der Bildung der ſtillſtehenden mit Waſſer umgebenen Erde in eine Afterkugel auf eine ſehr ſcharfſinnige Art erwieſen hat.

12. Endlich verglich ſelbſt Neuton die Bewegung des Meeres mit der des Mondes in einem Corollario der allgemeinen Auflöſung der Aufgabe von drey Körpern *), auf welches er ſich in der Folge unter der Aufſchrift: Fluxum et Refluxum maris ab actionibus Solis ac Lunae oriri debere **), unbedingt beruft, mit folgenden Worten: „Fingas jam globum corporis C ex materia non fluida conſtantem ampliari et extendi usque ad hunc annulum (ADBE), et alveo per circuitum excavato continere aquam, motuque eodem periodico circa axem ſuum uniformiter revolvi. Hic liquor per vices acceleratus et retardatus in Syzygiis velocior erit, in Quadraturis tardior quam ſuperficies globi, et ſic fluet in alveo refluetque ad modum Maris etc. ***). — Er betrachtete alſo jedes Waſſertheilchen als einen Trabanten der Erde, der in ſeiner Bewegung um ihren Mittelpunkt ebendenſelben Anomalien unterworfen iſt, welche ſich bey dem Monde zeigen.

13. Was die Erſcheinung der Ebbe und Fluth unter dem Parallelkreiſe und die Beobachtung anbetrift, nach welcher die Fluthen in beiden Hälften der Erdkugel

*) Philoſophiae natur. principia mathem. L. I. Sect. XI. Prop. LXVI. Coroll. 19.

**) Lib. III. Prop. XXIV.

***) Ich bediene mich hierin einer Figur, und daher dieſer Buchſtaben, die jeder ſo leicht hier mit den Neutoniſchen und (11) mit den von Maclaurin wird vergleichen können, als er ſich in C, M, und L, 3 beſondere Körper vorſtellen kann.

Digitized by Google

zwiſchen den 40ſten und 50ſten Graden der Breite am allergrößten ſind, ſo war dieſe dem Euler eben ſo wenig, als wohl überhaupt einem ältern Naturforſcher bekannt, da er S. 325 ſagt: „In regionibus autem ab aequatore remotis invenimus magnitudinem aeſtus tenere rationem duplicatam coſinuum elevationis poli, unde ſub elevatione poli 45° magnitudo aeſtus circiter duplo erit minor quam ſub ipſo aequatore cujus veritas in locis a littoribus aliquot milliaria remotis per experientiam eximie comprobatur.“ Sie wäre auch nach der gemeinen Theorie, wenn man darunter die (9) erwähnte Vorſtellung verſteht, eben ſo wenig, als unter dem Aequator zu begreifen. Da aber, wie ich bisher zeigte, die gemeine Meynung mit der von Herrn Profeſſor Hube ſehr wohl übereinſtimmt, ſo wird jeder, dem die Erſcheinung aus dieſer begreiflich wird, ſie eben ſo aus jener herleiten. Indeſſen ſcheint es mir zu keiner Beſtätigung der Theorie des Herrn Prof. Hube zu gereichen, wenigſtens viele zufällige Umſtände ſich einzumiſchen, wenn die Fluth am Vorgebürge der guten Hoffnung nur höchſtens auf drey Fuß, und ſchon an der Magellaniſchen Meerenge auf 20 — 25 Fuß ſteigen ſoll, da doch die Lage dieſer beiden Orte kaum 20 Grade ſüdlicher Breite verſchieden iſt, und noch mehr das Vorgebürge der guten Hoffnung eben ſo nahe jenſeits, als die Magellaniſche Meerenge dieſſeits den 45ſten Grad der Breite liegt, alſo die Fluth an beiden Orten ungefähr gleich ſeyn ſollte. Da es aber mir keineswegs zukommen kann, die in einem mit ſo vielem Recht beliebten Buche geäußerte Meinungen in Zweifel zu ziehen, ſo begnüge ich mich, die Gedanken älterer Naturforſcher gerechtfertigt zu haben.

Göttingen, im October 1796.

3.

Einige Bemerkungen
zu
Herrn Johann Gottfried Voigt
Beobachtungen und Verſuche über farbiges Licht, Farben und ihre Miſchung,

(3ter Band 3tes Heft Seite 235 — 298.)

vom

Herrn Dr. Richter,
Königl. Preuß. Berg-Probierer.

Unter den ſehr intereſſanten Aufſätzen oberwähnten Heftes, war mir der von Herrn Voigt dießmal darum der intereſſanteſte, weil ich bereits vor zwey Jahren in meiner Phlogometrie (S. 179 in der letzten Anmerkung) den Wunſch äußerte, die quantitativen Verhältniſſe zwiſchen Wärmeſtoff und Brennſtoff nicht nur im Lichte, ſondern auch in den Farben, die ich S. 177 und 178 bloß durch eine Funktion in Buchſtaben ausdrückte, beſtimmen zu können. Ich vermuthete in Herrn Voigts Aufſatze nichts ſo wenig, als mein in der Thermometrie und Phlogometrie (oder 2ten Abſchnitt der reinen Stöchiometrie) aufgeſtelletes Syſtem zu finden; um deſto erfreulicher iſt es mir, da ich daſſelbe in der Voigtiſchen Abhandlung ganz unverfälſcht antreffe; man müßte denn dieß als eine Veränderung betrachten wollen, daß Herr Voigt dasjenige, was, indem es ſich mit Wärmeſtoff neutra-

neutraliſirt, das Licht, alſo Lichtſtoff bildet, nicht nach meinem auch in Herrn Profeſſor Grens Chymie recipirten Ausdruck Brennſtoff, ſondern Lichtſtoff nennet, und auf dieſe Weiſe Lichtſtoff von reiner Lichtmaterie, (welche letztere meines Erachtens mit dem Lichtſtoff, aber nicht mit Brennſtoff einerley Sache bezeichnen muß,) zu unterſcheiden ſcheint.

Es iſt mir an der Voigtiſchen Abhandlung vornämlich dreyerley außerordentlich ſchätzbar:

1) Daß Herr Voigt mit mir ſo gleichförmig denkt. Als ich deſſen Abhandlung las, wähnete ich, bey den Gegenſtänden, die ich in der Phlogometrie abgehandelt, mich ſelbſt zu leſen: Ein evidenter Beweis, daß zwey Menſchen gleiche Begriffe entwickeln, gleiche Schlüſſe daraus ziehen, auch öfters gleiche Vorſtellungsart im Vortrage zeigen können, die mit einander in keinem Commercio ſtehen; denn daß Herrn Voigt meine Phlogometrie unbekannt iſt, erhellet daraus deutlich genug, daß er nicht nur der in Buchſtaben ausgedrückten quantitativen Verhältniſſe zwiſche Wärmeſtoff und Brennſtoff, im Lichte und den Farben, ſondern auch mehrere andrer bereits in der Phlogometrie abgedruckten erwieſenen Urtheile ſo erwähnt, als wenn meine Phlogometrie nicht vorhanden wäre, und er ſie alſo zuerſt gedacht habe. Ich finde demnach in Herrn Voigts gründlicher Abhandlung einen collateralen Beweis für die Wahrheit meiner phlogometriſchen Sätze, welche ohnehin ſchon feſte ſtehen.

2) Daß Herr Voigt durch ſeinen lehrreichen Aufſatz meine Plogometrie der Vergeſſenheit entriſſen. Mir iſt keine Recenſion über dieſes Stück meiner Schriften zu Geſichte gekommen, und daß dieſes Stück wenig bekannt iſt, davon belehrte

lehrte mich mein Herr Verleger, der mir aus ſeinen Büchern bewies, daß er von dieſer nur eilf Bogen ſtarken Schrift von 500 Exemplaren nicht mehr als 118 unterbringen können, und die Stöchiometrie (oder Meſskunſt chymiſcher Elemente), die er ungangbare Waare nennt, als einen Ladenhüter nicht weiter fortſetzen will. (Deshalb wurde ich auch genöthiget, die ſtöchiometriſchen Wahrheiten unter einer andern Firma dem chymiſchen und phyſiſchen Publikum bekannt zu machen). Ich habe es demnach dem Herrn Verfaſſer des ſo gründlichen Aufſatzes zu danken, wenn hierdurch meine phlogometriſche Theorie aus dem Staube hervorgezogen wird.

3) Daß Herr Voigt mein Syſtem erweitert und durch ſo zweckmäſſig angeſtellete Verſuche die Verhältniſſe in Zahlen auszudrucken ſich bemühet hat, die ich nur in Buchſtaben auszudrücken vermochte.

Die Abhandlung des Herrn Voigts hat für mich zu großen Werth, als daß mir nicht bey aufmerſamem Durchdenken derſelben noch verſchiedene Bemerkungen eingefallen ſeyn ſollten, die ihren Werth noch mehr in Anſchauung ſtellen. Ich theile dieſe Bemerkungen nicht nur deswegen, ſondern auch in der Abſicht mit, um die Uebereinſtimmung des Voigtiſchen Denkens mit meiner vor zwey Jahren in der Phlogometrie abgedruckten Gedankenfolge deſto deutlicher zu zeigen.

Anmerkung. Indem ich jetzt weiter rede, beziehen ſich die ſchlechthin citirten Seitenzahlen auf das 3te Heft des 3ten Bandes, worinnen Herrn Voigts Abhandlung zu leſen iſt.

Seite 235. ſagt der Herr Verfaſſer, daß es unrecht ſey, Weiß und Schwarz keine Farben zu nennen; ich pflichte bey, weil Weiß und Schwarz nur Näherung an abſo-

abſolut reines Licht und deſſen abſoluten Mangel ſind (Phlogometr. S. 175. Zuſ. 1.). In dem quantitativen Verhältniß des abſoluten Brennſtoffes zu dem abſoluten Wärmeſtoff $\varphi : \frac{d}{x}$ (Phlogometr. S. 176. Zuſ. 2.) muß, wenn $\varphi + \frac{d}{x}$ in unſerm Auge abſolute Finſterniß, oder ſchlechterdings Schwarz verurſachen ſoll, x unendlich groß, oder $\frac{d}{x} = 0$, d. h., das Licht von dem Körper, der es in unſer Auge zurückſchicken ſoll, ganz zerlegt, oder der Wärmeſtoff des Lichtes von dem Körper ganz eingeſogen werden: hierauf beruhet die ſtärkere Erwärmung ſchwarzer Körper durch das Sonnenlicht vor andern während gleichen Zeiten bey gleichen Capacitäten (Phlogom. Erfahr. 35. 36. 56.).

S. 236. Hier unterſcheidet der Herr Verfaſſer Pigment ſehr richtig von der Farbe; denn nach Phlogometrie S. 177. iſt der farbige Körper das Pigment, oder das, was uns Licht und Farbe in unſer Auge ſchickt, nur die Auflöſung aus Wärmeſtoff und Brennſtoff, nicht das Pigment, afficirt unſer Auge; ſtehen nun beide in Neutralität, ſo empfinden wir reines Licht, im Gegentheil Farbe, und fehlt der Wärmeſtoff ganz, d. h., wenn $d = 0$ iſt, gar nichts, oder die Farbe der Finſterniß (Phlogom. S. 178. Zuſ. 3.).

S. 237. Zeile 2 u. f. nimmt Herr Voigt mit mir und Herr Profeſſor Gren an, daß das Licht aus Wärmeſtoff und etwas andern zuſammengeſetzt ſey. Herr Profeſſor Gren nennt es mit mir Brennſtoff, Herr Voigt aber Lichtſtoff. Warum Herr Voigt dieſe Firmelung beliebet, ſehe ich nicht ein; denn das, was mit Wärmeſtoff Licht bildet, kann ohne Verwirrung anzurichten,

richten, nicht Lichtſtoff heiſſen: Stoff bedeutet überhaupt die Materie ohne fremde Beymiſchung, z. B. Kohlenſtoff, die abſolut reine Kohlenmaterie, Lebensluftſtoff, die Materie, die mit Wärmeſtoff Lebensluft darſtellet, Wärmeſtoff, das was uns Empfindung verurſacht, die wir Wärme nennen, u. ſ. w. folglich Lichtſtoff, reine Lichtmaterie, Farbeſtoff, reine Farbenmaterie, Pigmentſtoff, reines Pigment u. ſ. w. Eben darum kann ich die Ausdrücke, Waſſerſtoff und Salpeterſtoff als Benennungen der Materien, woraus mit Lebensluft, Waſſer- und Salpeterſäure entſtehet, nicht verdauen; denn ſie bezeichnen nichts, als abſolute Waſſermaterie und abſoluten Salpeter. Ich habe demnach, wiewohl mir ein Recenſent, der meine Gründe wahrſcheinlich nicht geleſen hat, kräftig widerſprochen, ſtatt dieſer Ausdrücke die Worte Waſſerſchwefel und Salpeterſchwefel analogiſch nach dem gemeinen Schwefel gewählt. Was demnach Herr Voigt und einige andre verdiente Männer Lichtſtoff nennen, nenne ich ſo wie von jeher, Brennſtoff.

Sehr richtig bemerkt der Herr Verfaſſer, daß der Brennſtoff ſeine Expanſivkraft nur durch den Wärmeſtoff erlange, mit welchem er in Auflöſung tritt (Phlogometrie Lehrſ. 32. vergl. S. 156. Zeile 2 — 5. und 157. Zuſ. 2.). Allein wenn hieraus die Urſache gefolgert wird, warum das Mondenlicht nicht wärmet, ſo iſt der Schluß ungegründet: Das Licht (ich möchte lieber wie ſonſt ſagen, der Lichtſtoff,) iſt wohl im Stande Wärme hervorzubringen, nämlich indem es durch das Pigment entweder zum Theil zerlegt wird und Farbe bildet, oder ganz zerſtöhrt wird, worauf nicht nur die Erſcheinung der verſchiedenen Farben, ſondern auch der Umſtand beruhet, daß verſchiedenfarbige Körper, bey gleichen Kapacitäten, übrigens gleichen Umſtänden, in glei-

chen

chen Zeiten, von dem unter gleich groſsem Winkel auf ſie wirkenden Sonnenlicht ungleich temperirt werden (Phlogom. Erf. 35. 36. 37 und S. 177.). Daß das Mondenlicht nicht wärmet, kommt, wie Phlogometr. S. 131. und im 7ten St. über die neuern Gegenſtände der Chymie S. 72. u. f. (wo die phlogometriſchen Sätze noch mehr erörtert werden,) gezeigt iſt, daher: Der Mond iſt ein ſehr unvollkommener Spiegel, das meiſte auf ihn ſtrahlende Sonnenlicht zerſtöhrt er und erlangt hierdurch, ſo wie unſere Erde, einen beträchtlichen (ich will nicht einmal ſagen, den gröſsten,) Theil ſeiner Wärme; er ſchickt uns demnach nur ſo wenig Licht zu, daß es auch durch Concentrirung nicht füglich dahin gebracht werden kann, zur Afficirung des Gefühles oder des Thermometers zu dienen; daß unſere Augen bey ſo wenigem Lichte dennoch öfters deutlich ſehen können, kommt daher, weil ſie Lichtſammler ſind. Manche Thiere, auch Menſchen, die des Tageslichts entwöhnt worden, haben an ihren Augen ſo gute Lichtſammler, daß ſie nicht einmal des Mondeslichtes bedürfen, um Gegenſtände undeutlich von einander zu unterſcheiden.

Seite 131. Zeile 31 u. f. fället der Herr Verfaſſer das ſehr richtige Urtheil: daß die eigentliche Chymie nur durch Verknüpfung mit der Meßkunſt zur Vollkommenheit gelangen könne. So lange man die algebraiſchen Functionen in der Chymie als unfruchtbare Speculationen anſiehet, wird man auch einen ſehr groſsen Kreis chymiſcher Erkenntniß quoad intenſive et extenſive mit dem Rücken anſehen müſſen. Ich wünſche des Herrn Verfaſſers ausgemittelten Zahlen ein günſtigeres Urtheil, als den von mir entdeckten Progreſſionszahlen ſpecifiſcher Neutralitäten, welche in einer ſonſt ſehr lehrreichen Recenſion mit dem Charakter der Zahlenkünſteley gekrönet worden ſind.

S.

S. 139. Daß der Herr Verfaſſer in Anſehung der beſtändigen Circulation des Wärmeſtoffs und Brennſtoffs, wodurch die Sonne eine unerſchöpfliche Quelle von Wärmeſtoff und Licht zugleich wird, und in Anſehung der Urſache, warum bey dem Verbrennen der Körper ſich mehr freye Wärme zeigt, ganz meiner Meynung iſt, erhellet aus S. 69. Anmerk. und S. 82. b. und des 7ten St. über die neuen Gegenſtände der Chymie, wo die Abhandlung S. 65 — 88. als eine nähere Auseinanderſetzung und Anwendung meiner in der Phlogometrie vorgetragenen Sätze betrachtet werden kann.

S. 241. nennt der Herr Verfaſſer durchſichtige Körper, die von ungefärbtem Lichte erleuchtet werden, weiſſe Körper; ich würde ſie lieber vollkommene Lichtleiter und Farbenleiter nennen, in ſo fern ſie das Licht unverändert durchlaſſen (Phlog. Erkl. 24.); denn das Farbenprädicat weiß paßt beſſer auf undurchſichtige Körper, die das Licht wenig oder gar nicht verändert in unſer Auge ſchicken: Jedoch verba valent ut nummi.

S. 244. Urtheilet der Herr Verfaſſer, daß das Prisma die Eigenſchaft habe den Wärmeſtoff des reinen Lichtes unter eine Quantität Brennſtoff nach dem quantitativen Verhältniß ſo zu vertheilen, daß dadurch die farbigen Lichter entſtehen; dieſes habe ich Phlogometrie S. 180. vergl. mit S. 178. durch die Function $m\varphi + \frac{md}{x}$ in Anſchauung geſtellet.

S. 245. kann ich aber dem Herrn Verfaſſer nicht beyſtimmen, wenn er die Meynung derjenigen Naturlehrer für unrichtig hält, welche das weiße Licht (reines Licht) als ein chymiſches Produkt der ſieben prismatiſchen Farben betrachten; der Herr Verfaſſer nennt die in

den

Digitized by Google

den Farben verſchiedenen Quantitäten des Wärmeſtoffs, deren Summe der Wärmeſtoffsmenge in dem reinen Lichte gleich iſt, eine bloße Vertheilung; die iſt zwar richtig, dieſe Vertheilung ſchließet aber den Begrif der Auflöſung nicht aus, welcher hier wirklich in empiriſcher Anſchauung gegeben iſt (N. Stöchiom. S. 14. Erkl. 6.); denn bey einer Auflöſung iſt jeder beliebige kleine Theil ein ſimilaris, bey einer Miſchung hingegen ein diſſimilaris; nun wird der Herr Verfaſſer in einer prismatiſchen Farbe eben ſo wenig, wie in dem reinen Lichte partes diſſimilares unterſcheiden oder beobachten können; da nun, wenn dieſe Bedingung der Unterſcheidung fehlet, alle Theile ſubjectiv ſimilares ſind (ich ſage ſubjectiv, denn das, was uns als Auflöſung erſcheinet, kann einem höhern moraliſchen Weſen, das tiefer in die Natur einzudringen vermögend iſt, nur bloße Miſchung ſeyn, der Begrif der Auflöſung iſt faſt eben ſo relativ wie der Begrif des Elementes), ſo behauptet alsdenn der Begrif der Auflöſung für uns ſeine objective empiriſche Realität, weil aus der bloßen Möglichkeit des Gegentheils kein Schluß auf die Wirklichkeit deſſelben gilt. Ueberdem gewinnet die Vorſtellung keinesweges an Deutlichkeit und Vollſtändigkeit, wenn man bey den Farben den Begrif der Auflöſung zwiſchen Wärmeſtoff und Brennſtoff wegdenkt, auch wird der Calkul hierdurch um nichts erleichtert. Ich habe (Phlogom. S. 178. u. f.) in den ſich auf Farben beziehenden algebraiſchen Functionen alles auf den Begrif der Auflöſung gegründet. Die Erſcheinung, daß wohl das aus Blau und Gelb entſtandene Grün, keinesweges aber das urſprünglich prismatiſche Grün durch das Prisma gebrochen in blau und gelb zerlegt wird, beweiſet auch nichts für des Herrn Verfaſſers Behauptung, ſondern nur einen beſondern Grad und Art der Verwandtſchaft des Wärmeſtoffs zum Brennſtoff, den das urſprüngliche Grün vor dem

dem gemiſchten beſitzt. (Dergleichen Verwandtſchaftsart und Grad giebt es auch anderwärts; die atmoſphäriſche Luft enthält z. B. die Entſtehung der Salpeterſäure erforderlichen Theile, und doch entſtehet die Salpeterſäure in ihr nur durch Zwiſchenmittel). Indem alſo der Wärmeſtoff des Lichtes durch das Prisma vertheilet wird, bringt er verſchiedne Auflöſungen mit dem Brennſtoffe zuwege, welche bloß durch das verſchiedene quantitative Verhältniß zwiſchen beiden Elementen verſchieden ſind, und hierauf beruhet die Verſchiedenheit der Farben. (Phlogometrie S. 179. 180).

Die S. 254. von dem Herrn Verfaſſer beſchriebenen Verſuche XV, XVIII, bis XXI. beweiſen offenbar, was Phlogometrie S. 178. behauptet worden, nämlich: daß eine Farbe durch reines Licht nicht zu einer andern wird, ſondern nichts als eine mit reinem Licht vermiſchte Farbe iſt. (Ich habe demnach in der Phlogometrie am angeführten Orte Farbe von farbigem Licht ununterſchieden). Da das abſolut Schwarze ſich zu dem abſolut reinen Lichte wie — zu + verhält, ſo erklärt ſich die Erſcheinung S. 254. Verſuch XVIII bis XXI von ſelbſt.

S. 256. zeigt der Herr Verfaſſer ſehr gründlich, daß Grau und Weiß nur in quantitate partium ſimilarium verſchieden ſind, dieß wird auch dadurch beſtätiget, daß der Ort, wo ſich reines Licht in der Finſterniß verliehrt, jederzeit grau iſt.

S. 258. erklärt der Herr Verfaſſer die Miſchung der Farben als eine chymiſche Durchdringung zweyer oder mehrerer Arten farbiger Strahlen (der Herr Verfaſſer ſagt farbiger Lichtſtrahlen), welches mit meiner Behauptung ganz übereinkommt; da aber chymiſche Durchdringung mit der Definition der Auflöſung (N.

Stöchiom. S. 14. Erkl. 6.) vollkommen correſpondirt, indem, wenn ſich Materien chymiſch durchdringen, nichts als partes ſimilares in empiriſche Anſchauung geſtellet werden, ſo räumet der Herr Verfaſſer hierdurch ſtillſchweigend den Ungrund ſeines S. 245. gemachten Einwurfes ein. Der S. 258. aufgeſtellete Lehrſatz iſt mit andern Worten (Phlogometrie am Ende der Seite 179. u. f. verglichen mit Erfahr. 35.) bereits dargeſtellet.

S. 259. nimmt der Herr Verfaſſer mit mir (Phlogometrie S. 178. Zuſ. 3. und 7tes St. über die neuen Gegenſtände der Chymie S. 85. Z. 14. (am letztern Orte habe ich ausdrücklich das Wort Neutralität gebraucht,) an, daß das quantitative Verhältniß zwiſchen Brennſtoff und Wärmeſtoff in dem reinen Lichte ein Neutralitätsverhältniß iſt; die Verhältniſſe in den Farben ſind von dieſen Neutralitätsverhältniß abweichend zu betrachten. Das Pigment eines weißen Körpers, oder das weiße Pigment, ſchickt uns das Licht faſt unverändert in unſer Auge; ein farbiges zerlegt es zum Theil; der freywerdende Wärmeſtoff wird von dem Körper angezogen und er hierdurch erwärmt; dahero Verſchiedenheit der Erwärmung verſchiedenfarbiger Körper durch das merklich wirkſame Licht bey übrigens gleichen Umſtänden: das abſolut Schwarze iſt in unſern Augen Brennſtoff ohne Wärmeſtoff, d. h. Mangel des Lichtes.

S. 261. Zeile 9 u. f. handelt der Herr Verfaſſer ſehr zweckmäßig, wenn er auf die abſolute Brennſtoffsmenge in den Farben keine Rückſicht nimmt; denn daß dieſe weder in brennbaren Körpern, noch in den Farben, eben ſo wenig, als die abſolute Wärmeſtoffsmenge beſtimmt werden könne, iſt in der Thermimetrie und Phlogometrie ſeines Orts erwieſen worden; es iſt hier alles nur ſpecifiſch. Den Brennſtoff betrachtet der Herr Ver-

faſſer

Digitized by Google

faſſer, indem er den ſpeciſiſchen Wärmeſtoff der Farben aufſucht, mit Recht als eine unveränderliche Größe, die ich (Phlogom. S. 176. Zuſ. a.) φ genennet; der Wärmeſtoff iſt daſelbſt durch $\frac{d}{x}$ ausgedrückt.

Der S. 280. von dem Herrn Verfaſſer poſtulirten Allgemeinheit des aufgeſtellten erſten Geſetzes, nämlich, daß, jemehr Lebensluft ein Körper bey übrigens gleichen Umſtänden beſitzt, ſeine Farbe deſto mehr Wärmeſtoff ausſtröme, ſcheint jetzt noch vieles entgegen zu ſeyn, welches anzuzeigen ich unterlaſſe, um nicht etwa zu dem Vorwurf der Weitläuftigkeit Urſache zu geben. Sollte ſich inzwiſchen dieſe Allgemeinheit beſtätigen, ſo würden ſich aus der jetzt entdeckten Progreſſionsordnung der ſpeciſiſchen Neutralitäten und ſpeciſiſchen Lebensluftſtoffungen der Metalle (die im 8ten St. über die neuen Gegenſtände der Chymie anzutreffen iſt,) die Elementarverhältniſſe mancher Farben leicht beſtimmen laſſen, und man könnte die in den vom Herrn Verfaſſer conſtruirten Gleichungen vorkommenden unbekannten Größen bis auf die Zahl der Gleichungen vermindern, folglich auch ohne Hypotheſe beſtimmen.

S. 287. bemerkt der Herr Verfaſſer, daß der Kobaldkalk ſchwarz ſey; ich muß dagegen einwenden, daß eine nach der von mir entdeckten Methode gereinigte, entkohlenſäuerte, waſſerleere Kobalderde dunkelblau iſt und durch fein reiben heller wird. (S. über die neuen Gegenſtände der Chymie 6ſtes St. S. 209. u. f. ingl. 7tes St. S. 92.

S. 288. hält der Herr Verfaſſer den aus den Säuren gefälleten weißen Braunſteinkalk für den vollkommenſten. Er iſt es auch in ſo ferne, weil er bey ſeiner Neutraliſirung mit Säuren weder Brennſtoff noch Lebensluftſtoff verliehret.

Indem der Herr Verfaſſer S. 289. das Wachsthum der Pflanzen und ihre am Sonnenlichte ſich ereignende Lebensluft-Ausſtrömung erklärt, bemerke ich, daß nach meiner Meynung die Pflanze dieſen Lebensluftſtoff aus dem Waſſer an ſich nehme, aber einen Theil dieſes Stoffes nicht ſo feſt in ihre Miſchung aufnehme, als den Waſſerſchwefel (ſogenannten Waſſerſtoff); dieß ſcheinen die der trockenen Deſtillation unterworfenen Pflanzen zu beſtätigen.

S. 292. ſagt der Herr Verfaſſer, daß der Kobaldvitriol durch Alkalien grau niedergeſchlagen werde; die graue Farbe des Niederſchlages aber, muß ich bemerken, iſt ein Zeichen ſeiner Verunreinigung; wenn er rein iſt, ſo ſieht er Violblau aus und verliehrt auch dieſe Farbe nicht an der Luft, oder durch das Licht. Ein im Anfange blau erſcheinender, aber mit Eiſen verunreinigter Niederſchlag wechſelt dieſe Farbe durch Einwirkung des Lichtes mit einer ſchmutzigen und zuletzt braunen; dieß ſcheinet mit des Herrn Verfaſſers Verſuch XX. S. 254. zu correſpondiren; denn das entbrennſtoffete Eiſen fällt, je nachdem der Grad ſeiner Entbrennſtoffung iſt, bisweilen in das Orangegelbe, und die Kobalderde ſchlägt ſich violblau nieder, alſo eine ſo genaue Miſchung aus beiden, daß keine partes diſſimulares angeſchauet werden können, iſt braun.

Die Erklärungen, welche der Herr Verfaſſer S. 295. f. T. II. und III. von einigen Phosphorarten gegeben, ſind noch einleuchtender als die meinigen (Phlogometrie S. 174. u. f.), ohnerachtet wir beide einerley Meynung ſind.

S. 296. bemerkt der Herr Verfaſſer ſehr richtig, daß er der erſte iſt, der die Phänomene der Farben auf allgemeine Sätze zu reduciren geſucht hat. Ich konnte,

Phlo-

Phlogometrie S. 179. weil mir Erkenntnißquellen mangelten, nur den Wunſch äußern. Inzwiſchen wird der Herr Verfaſſer, wenn er meine phlogometriſchen Ausarbeitungen theils in der Thermimetrie und Phlogometrie, theils in dem 7ten St. über die neuen Gegenſtände der Chymie, lieſet, gewiß in Hinſicht der Entſtehungsart des Lichtes und der Farben eben die Grundideen finden, die ſein Aufſatz enthält, und ich muß es nochmals wiederholen, wie ich mich ſehr freue, daß er, nach dem gemeinen Sprichwort zu reden, ſeine Gedanken gleichſam aus meinem Herzen genommen hat, da der Augenſchein lehret, daß ihm nicht bekannt geweſen, was zwey Jahr früher nicht nur gedacht, ſondern auch gedruckt iſt. Ich zolle ihm für die ohne ſein Wiſſen beförderte Bekanntmachung und für die Erweiterung meiner Phlogometrie, hiermit öffentlich den wärmſten Dank.

Ehe ich dieſen Aufſatz ſchließe, bemerke ich noch, daß in Anſehung des ſpecifiſchen Wärmeſtoffs und Brennſtoffs in den Farben, man mehrere Quellen ſuchen muß, um in den algebraiſchen Functionen Coefficienten hypothetiſch anzunehmen nicht genöthiget zu werden, wie Herr Voigt genöthiget worden iſt. Einen Coefficienten durch Erſcheinungen zu beſtimmen iſt thunlicher, als mehrere, z. B. zwey oder drey hypothetiſch anzunehmen; denn im letztern Falle laſſen ſich die Erſcheinungen erklären, ohne daß die Beſtimmung des quantitativen Verhältniſſes der Coefficienten etwas beträchtliches an Glaubwürdigkeit gewinnet, wie ich hier ſehr leicht zeigen könnte, wenn ich es für nützlich hielte. Die bisherige Uebereinſtimmbarkeit der Coefficienten, die der Herr Verfaſſer hypothetiſch angenommen, ſchreckte mich auch ab, die, Phlogometrie S. 176. Zuſ. 2., aufgeſtellte Function $\varphi : \frac{d}{x}$ nicht erſt vermittelſt der pris-

 matiſchen

matiſchen Farbenbilder, Größenverhältniſſen in Zahlen zu geben zu verſuchen. Vielleicht gelangt man durch mehrere ähnliche Verſuche, wie die von dem Herrn Verfaſſer S. 254 beſchriebene und durch Entdeckung mehrerer chymiſcher quantitativer Progreſſionsglieder endlich dahin, die ſpecifiſchen Brennſtoffs- und Wärmeſtoffs-Verhältniſſe der Farben in Zahlen beſtimmt auszudrücken; und alsdenn hätte die Lehre der ſpecifiſchen Brennſtoffungen weniger Lücken, als die der ſpecifiſchen Wärmeſtoffungen; denn was die brennbaren elementariſchen Körper anbelanget, ſo iſt in der Phlogometrie gehörig erwieſen worden, daß ſich die ſpecifiſchen Brennſtoffungen ihrer Subſtrate, wie die reſpective Lebensluftſtoffungen verhalten.

Digitized by Google

4.
Beobachtungen der atmoſphäriſchen Electrizität von 1792 bis 1796.

Vom
Herrn Profeſſor Heller
in Fulda.

Res accendunt lumina rebus, iſt eine Regel, von der die Meteorologie beſonders erſt ihr Aufkommen erwartet. Die Blitzmaterie, oder die natürliche Electrizität ſpielt in der Atmoſphäre eine ſo bedeutende Rolle, daß ſie faſt immer mit im Spiele iſt, wenn in derſelben eine Veränderung des vorigen Zuſtands vorgeht; und dennoch iſt ſeither in der Meteorologie nicht die geringſte Rückſicht auf ſie genommen worden: man denkt nur an ſie, wenn's blitzt und donnert. Einige Maſchinen, ſie zu erforſchen, haben ihr Unbequemliches, z. B. die Drachen; andere aber ſind zu koſtſpielig: beiden Urſachen mag es zuzuſchreiben ſeyn, daß man die von Beccaria angefangenen Beobachtungen dieſer Art nicht weiter fortgeſetzt hat. Da ich das Glück habe, eine große Maſchine zur Erforſchung der Luftelectrizität beobachten zu können; ſo mache ich mir ein Vergnügen daraus, fünfjährige Beobachtungen vorlegen zu können. Ob die Meteorologie Gewinn davon haben werde, weiß ich nicht; aber ſo viel iſt doch gewiß: ehe man baut, ſucht man zuvor die Materialien zuſammen.

Um meinen Leſern die nachfolgenden Tabellen verſtändlich zu machen, bitte ich das dem B. 1, H. 3. des neuen Journ. d. Phyſik beygefügte Kupfer Fig. 3. vor Augen zu haben und den Bau der Maſchine, wodurch die atmoſphäriſche Electrizität erforſcht wird, vorläufig ſich bekannt zu machen. Obgleich unſere Maſchine ganz anders und viel maſſiver gebaut iſt, als die auf dem Kupfer abgebildete; ſo ſind die Grundſätze bey einem ſolchem Baue und die Haupttheile der Maſchine überall die nämlichen. Unſere Auffangſtange ragt bis 50 Fuß in die Luft empor, über dem Dache: und die Ableitungsſtange verbirgt ſich in einer Grube von 30 Fuß Tiefe. Wenn ich nun mit dieſem Apparate die atmoſphäriſche Electrizität unterſuchen will; ſo bediene ich mich noch folgender Inſtrumente: Eines Volta'ſchen Condenſators, oder noch beſſer, eines Cavallo'ſchen Collectors, weil dem Condenſator wegen der Leichtigkeit, womit er ſelbſt während ſeinem Gebrauche electrophoriſches Vermögen erhält, in der That nicht zu trauen iſt; und eines Fadenelectroſcops, das ich an die Auffangſtange applicire. Durch dieſe drey Inſtrumente erfährt man die kleineren Spuren atmoſphäriſcher Electrizität. Sobald das Fadenelectroſcop ſo ſtark divergirt, als es kann; wird an die Kugel der Auffangſtange ein electriſches Glockenſpiel angehängt: lautet es, ſo iſt mehr Blitzmaterie vorhanden, als die größte Divergenz des Fadenelectroſcops angeben würde. Lautet dieſes Glockenſpiel ſehr ſtark, oder fahren zwiſchen ſeinen Glocken Funken über; ſo hänge ich es ab und ſchiebe die Kugel der Ableitungsſtange zur Kugel der Auffangſtange, etwa 3 bis 4 Linien nahe zuſammen. Fahren nun bloß Funken über, wie vorher beym Glockenſpiel; ſo laſſe ich es bey der Anzeige des Glockenſpiels bewenden: fahren die Funken aber von Kugel zu Kugel ſo geſchwinde über, daß man ſie nicht mehr zählen kann, ſondern viel-

mehr

mehr pfeilſchnell und continuirend auf einander folgen ſieht, ſo hat die Luftelectrizität ihre größte Stärke erreicht und ich nenne die Anzeige alsdenn Blitz- oder Feuerſtrom; deſſen Intenſität ich durch die Beywörter raſch, lebhaft, ausdrücke. Weiter bin ich in dem Maaße der Electrizität nicht gegangen. In den folgenden Tabellen heißt daher Cd. Condenſator; Cl. Collector; F. Fadenelectroſcop, welches divergirte; Glſp. Glockenſpiel, welches läutet; Frſtr. Feuerſtrom, welcher damals zwiſchen den Kugeln herrſchte.

Der Deutlichkeit wegen rücke ich hier die Geſchichte dieſer Erſcheinungen, wie ſie bey einem heftigen Aprilſturm *) zu ſehen ſind, ein. Gegen Weſt läßt ſich vorerſt ein grauſchwarzes Gewölke ſehn: dieß nimmt an Ausdehnung nach und nach zu und verfinſtert die Ausſicht nach Weſt. Es erhebt ſich ein Lüftchen, das in den Blättern der Bäume ſäußelt. Bald hierauf fallen einzelne, aber große Waſſertropfen: jetzt iſt die Epoche für den Condenſator, Collector und für das Fadenelectroſcop, wenn auch das Gewölke noch ziemlich fern vom Orte der Beobachtung ſteht. Sobald ſich das Gewölke heftig ergießt, wird der Wind Sturm, das Gewölke läuft mit großer Geſchwindigkeit zur entgegengeſetzten Seite des Horizonts, überfluthet das Land und hinterläßt die Seite, wo es herkam, gewöhnlich wieder helle. Indeß dieß alles geſchieht, iſt das Glockenſpiel in voller Bewegung, oder zwiſchen den Kugeln der Maſchine fahren Fünkchen über. Wie aber das Gewölk ſich nähert und der Regen ſtark anwächſt, fahren die Fünkchen mit unbeſchreiblicher Schnelligkeit über, wachſen endlich an Maſſe und nun praſſelt ein unaufhaltſamer Strom kniſternder Funken zwiſchen den Kugeln fort: es ſind gleich-

*) Gleichviel, Frühling oder Sommer, denn in der Volksſprache iſt Aprilſturm ein Gattungsname.

ſam eben ſo viel Pfeile, mit mächtiger Schnellkraft los-gedrückt. In dieſer Ordnung geht es wieder zurück, wenn der Regen allmählig nachläßt. Ein Schauſpiel, welches einem das Andenken Franklins äußerſt intereſſant macht! Man könnte dabey zum Dichter werden, wenn die Dichter ſich nicht ſo exemplariſch fürchteten, relicta non bene parmula!

Dieß mag zur Verſtändlichkeit der Tabellen, die ſogleich folgen, genug ſeyn.

Tabelle für die Frühlingsmonate.

März 1792.

Tag.	Ed. El. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
28. Mittags.	Ed. El. F. Glſp. ; ; ;	Regen.
Abends.	Ed. El. ; ; ; ; ;	Regen.
31. Mittags.	Ed. El. F. ; ; ; ;	Regen.
	März 1793.	
2. Morgens	Ed. El. F. ; ; ; ;	Regen, Sturm.
3. Morgens	Ed. El. F. ; ; ; ; ;	Sturm, Regen und Graupeln.
4. Nachmit.	Ed. El. F. ; ; ; ; ;	Regen. Graupeln.

März 1794.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
28. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Morgens Nebel; Nachm. Regenguß, der mit dem Feuerſtrom 3 Stunden lang anhielt.
31. Nachmit.	Cd. Cl. F. „ „ „ „	Etwas Regen.
	März 1795.	
1. Nachmit.	Cd. Cl. F. „ „ „ „	Schneegeſtöber.
8. Nachmit.	Cd. Cl. „ „ „ „ „	Starkes Schneien.
11. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. „ „ „	Regenguß.
20. Nachmit.	Cd. Cl. F. „ „ „ „ „	Schneegeſtöber.
	März 1796.	
25. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Lebh. Frſtr.	Schneegeſtöber mit vielem Hagel. Die Luft war durch einen Nebel verfinſtert. Wind NW.
Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. „ „ „	Kl. Graupeln.
26. Nachmit.	Cd. Cl. „ „ „ „ „ „	Regen. Sturm. Südwind.

Anmerkung. An beiden Tagen, 28ſten März 1794 und 25ſten März 1796, hat es weder geblitzt, noch gedonnert, und doch war ſo viel Blitz an der Maſchine zu ſehen, daß er in einem ſtäten Strom übergieng.

April

April 1792.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
2. Morgens	Cd. Cl. F. : : : : : :	Regen. Wolkigt.
4. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Schwarze Wolken.
5. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Sturm und Regen.
13. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. : : : :	Kein Regen. Windig.
14. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. : : : :	Regen. NW-Wind.
Nachmitt.	Cd. Cl. F. Glſp. : : : :	Regen. Cdſ.
Abends	Cd. Cl. F. Glſp. : : : :	Regen. Cdſ. Donnerwolken. Abends etwas Donner.
19. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Reg. Sturm. Südwind.
	April 1793.	
18. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Schwacher Frſtr.	Krauſes Schneien. Dieſer Zuſtand dauerte zwo Stunden lang.
19. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Reg. Sturm.
20. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Schneegeſtöber.
26. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Starker Feuerſtr.	Schwarze Wolken. Etwas Regen.

April

Digitized by Google

April 1794.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
21. 1 Uhr.	Cd. Cl. F. Glſp. Schwacher Frſtr.	Reg. Oſtluft.
2 Uhr.	Cd. Cl. F. Glſp. Raſcher Feuerſtr.	Reg. Nordl.
25. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Raſcher Feuerſtr.	u. halbſtündiger Feuerſtrom. Regenguß Donner.
27. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom ;	Es fallen bloß große Tropfen. Der Zuſtand dauert nur 5 Min. heft. Wind von Süd.
28. Mittags.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. ;	Regenguß. Windig.
	April. 1795.	
11. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Schwacher Frſtr.	Entf. Doñer; ſtarke einzelne Tropfen.
12. Nachmit.	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ; ;	Entf. Doñer.
13. Morgens	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ; ;	Große Regentropfen.
17. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. ; ; ; ;	Aprilſturm ½ Stunde von hier; endlich auch hier.
20. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Schwacher Frſtr.	Sturm. Etwas Regen.
24. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. ;	Sturm. NW. Reg.
26. Vormit.	Cd. Cl. F. Glſp. ; ; ; ;	Wind. Reg.
28. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. ;	Donner, Blitz, Reg.

April

April 1796.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
28. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ ſ	Regen. Dieß dauerte eine Stunde lang.
Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Lebhafter Frſtr.	Regen und Hagel.
30. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ ſ ſ	Krauſer Regen.

Anmerkung. Der Regel nach, ſcheint mir, kommen die Anzeigen von Blitzmaterie in den ſogenannten Aprilſtürmen am häufigſten vor. Der April 1796 aber machte eine Ausnahme, er hatte ungewöhnlich ſchöne Witterung.

May 1792.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
5. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. ſ	Schwarze Wolken. Regen.
21. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ ſ	Gewiterwolken. Kein Regen.
22. Abends.	Cd. Cl. F. ſ ſ ſ ſ ſ ſ	Etwas Reg.
23. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Raſcher Feuerſtr.	Erſt Regen u. dann auch Hagelſchlag. Weſtluft.
Mittags.	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ ſ	Etwas Reg.
26. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Heftiger Feuerſtr.	Schwarze Wolken. Regenguß. SW.

May

May 1793.

Tag.	Cd. Cl. F. Gſpl. Feuerſtom.	Begleitende Witterung.
2. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſb. = = = =	Regen, etwas Hagel und Donner.
7. Abends.	Cd. Cl. = = = = = = =	Regen, entf. Donner.
11. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Raſcher Frſtr.	Reg. Blitz u. Donner, eine ½ Stunde hindurch.
13. Den ganzen Nachmittag.	Cd. Cl. F. Glſp. Raſcher Frſtr.	Reg. Hagel, Blitz u. Donner.
19. Abends.	Cd. Cl. F. Glſ. Feuerſtrom. =	Reg. Windig.
29. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. =	Regen.
30. Nachmit. und Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Raſcher Frſtr. =	Abwechſelnde Regengüſſe. (Aprilſt.)
31. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. =	Kein Regen. Viel Wind.
	May 1794.	
5. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. =	Sturm, Donner, Blitz, wenig Reg. während einer Stunde.
12. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. =	Etwas Reg.
15. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. = = = =	Regen, Bar. 27. 10, 2″.
21. Morgens	Cq. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. =	Regen. Windig. NW.
24. 25. 26. 27. 28. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom. =	Regen. Windig. Meiſtens nur Strichregen.

May 1795.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
3. Nachmit.	Cd. Cl. F. = = = = =	Etwas Regen.
5. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. = = =	Blitz und Doñer. Regen.
14. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Sturm, Regen und Graupeln.
	May 1796.	
7. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. = = =	Etwas Regen.
9. Nachmit.	Cd. Cl. F. = = = = =	Regen. Wolkigt.
10. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. = = =	Blitz und Doñer, Regen, NOluft.
13. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regen.
Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Raſch. Frſtr.	Starker Regen. Blitz u. Donner und Graupeln.
14. Den ganzen Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. = = =	Abwechſelnde Strichregen.
15. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Raſch. Frſte.	Strichregen. Windig.
16. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Aeuſſerſt raſcher Feuerſtrom.	Regen mit Graupeln untermiſcht. es blitzte einmal.
25. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Viel Blitz und Donner; ſtarker Regenguß.

Anmerkung. Der May 1796 erſetzte an Menge der Blitzmaterie, was dem April 1796 gemangelt hatte. Im May 1794 herrſchte ſie fünf volle Tage hintereinander.

Einzelne

Digitized by Google

Einzelne Anmerkungen über vorſtehende Frühlingsmonate.

1. Es ſind hier keine Beobachtungen der atmoſphäriſchen Electrizität in den Wintermonaten beygefügt worden, weil ihre Beobachtung viel Unbequemlichkeit und weniger Anziehendes hat und ſie nebſt dem nicht häufig iſt. Unterdeſſen zeigt ſich im Winter doch manchmal während dem Schneien ſo viel Blitz, daß er an der Maſchine ſichtbar wird, vorzüglich wenn viel Wind herrſcht. Einen ſolchen Fall habe ich ſchon im erſten Bande dieſes Journals S. 401. beſchrieben. Einen anderen beobachtete ich gegenwärtiges Jahr im Februar: es ſchneiete bey einem heftigen Oſtwinde: das Fadenelectroſcop divergirte ſehr ſtark, endlich fuhren zwiſchen den Kugeln viele Fünkchen über: das Schauſpiel glich einem rieſelnden Wäſſerchen, deſſen Tröpfchen ſich geſchwinde verfolgen.

2. Obgleich der Wind meiſtens bey uns von Weſt her wehet, wenn wir hier Anzeigen von atmoſphäriſcher Electrizität haben; ſo ſieht man doch aus vorſtehender Tabelle, daß ſie manchmal auch bey andern Winden ſtatt haben. So iſt's hier!

3. Auch macht der hohe oder tiefe Stand des Barometers keinen Unterſchied. Den 15ten May 1794 ertönte das Glockenſpiel, obgleich das Queckſilber 6,4‴ über die hieſige mittlere Barometerhöhe ſtand, und folglich an keinen Regen zu denken war. Es regnete doch.

4. Den 17ten April 1795 ertönte das Glockenſpiel, ohne daß es hier regnete. Ich ſah mich daher am Horizonte um und bemerkte, daß es eine halbe Stunde und noch weiter von hier regnete. Für Kenner iſt dieß freylich nichts Befremdendes.

Digitized by Google

5. Die Anzeigen der atmoſphäriſchen Electrizität ſind allezeit und ohne Ausnahme am deutlichſten und ſtärkſten, wenn ein Graupeln, oder ein Hagelſchlag ſtatt hat. In den Wintermonaten ſind die Graupeln weich; die Anzeigen der atmoſphäriſchen Electrizität ſind dabey wohl deutlich genug, jedoch ſchwach: in den Frühlingsmonaten dagegen ſind ſie feſter und der glatten Eisgeſtalt mehr ſich nähernd; zu gleicher Zeit herrſcht oft ſo viel Blitzmaterie in der Luft, daß er an der Maſchine als ein reiſſender Strom übergeht, wenn es auch nicht blitzt und nicht donnert. Wer ſo etwas nicht mit Augen geſehen hat, glaubt es kaum, wie ich aus Erfahrung weiß.

6. Graupeln und Hagel fallen niemals im Anfange der Wetters, ſondern eine Weile darnach; zu gleicher Zeit werden auch die Anzeigen ſtärker und für Unwiſſende fürchterlich.

7. Die Frühlingsregen haben auch ihren eigenen Charakter, wenn ſie mit atmoſphäriſcher Electrizität verbunden ſind. Erſt fallen einzelne, aber große, ſchnell auffallende Tropfen, zuletzt erfolgt ein Guß, mehr oder minder heftig und andaurend. Man nennt ſie Strichregen, Aprilſtürme. Bey Landregen, bey denen es nämlich am ganzen Horizonte meiſtens ſanft fortregnet, ſind ſelten Spuren von atmoſphäriſcher Electrizität zu bemerken. Auch iſt es bey ihnen wärmer, als nach den Strichregen. Letztere ſind ein gewaltſamer Präcipitat, jene aber ſcheinen eine ſanftere und ſtät wirkende Urſache vorauszuſetzen; jedoch ich enthalte mich aller Hypotheſe.

8. Die Erſcheinung am 31ſten May 1793 war ſonderbar. Es fuhr zwiſchen den Kugeln der Maſchine ein lebhafter Funke, ſo daß er im ganzen Zimmer zu hören war; endlich erfolgten ihrer mehr. Es regnete nicht, gieng aber viel Wind von Weſt her. Von NW. zog eine

Wolke

Digitized by Google

Wolke nach NO. und verzog ſich. Sechs Minuten hernach war ungetrübter Sonnenſchein und alle Electrizität verſchwunden. Vielleicht war dieß ein Beyſpiel des bekannten Rückſchlags.

9. Was ich unter Feuer- oder Blitzſtrom, der ſich im Frühjahre vorzüglich zeigt, verſtehe, iſt oben ſchon erläutert worden. Seine Stätigkeit charakteriſirt ihn für dieſe Zeit, in welcher man oft weder Blitz noch Donner gewahr wird. In den Sommermonaten verhält ſich die Sache meiſtens anders, wie ich ſogleich erzählen werde.

Ich laſſe nun die Tabelle für die Sommermonate von 1792 — 1796 folgen. Während den Gewittern dieſer Monate geſchieht es meiſtens, daß es in dem nämlichen Augenblicke, als es in der Atmoſphäre blitzt, auch zwiſchen den Kugeln der Maſchine blitzt, oder ein raſches Funkenſpiel herrſcht; allein nachher ſteht die Maſchine ſtill; es iſt kein Strom, wie in den Frühlingsmonaten, zu ſehen. Ich werde alſo ſtatt Feuerſtrom, wo es eintritt, Funkenſpiel ſetzen.

Tabelle für die Sommermonate.

Junius 1792.

Tag.	Cd. El. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
7. Abends.	Cd. El. F. Glſp. Funkenſpiel.	Donnerwetter. Regen.
22. Morgens	Cd. El. Glſp. Strom. u. Spiel.	Blitz u. Donner. Regen.
Nachmit.	Cd. El. F. Glſp. ſ ſ ſ	Regen.
30. Nachmit.	Cd. El. F. Glſp. ſ ſ ſ	Etwas Donner. Starker Reg.

Digitized by Google

Junius 1793.

Tag.	Ed. El. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
8. Abends.	Ed. El. F. ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	Regen.
10. Abends.	Ed. El. F. ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	Regen.
13. Nachmit.	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Donner. Viel Regen.
21. Nachmit.	Ed. El. F. ⸗ ⸗ ⸗ ⸗ ⸗	Aprilſtürme oder Strichregen.
28.	Ed. El. F. ⸗ Ein Funke.	Donner. Tags durch Regen.
29. Abends.	Nichts. Nichts. Nichts.	Bliß u. Donner, aber von ferne.
	Junius 1794.	
1. Abends.	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Strichregen.
21. Morgens	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Starke Regengüſſe.
24. Nachmit.	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Regenguß.
30. Nachmit.	Ed. El. F. Glſp. Funkenſpiel.	Regen. Bliß und Donner.
	Junius 1795.	
7. Nachmit.	Ed. El. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regen. Donner, ohne ſichtbaren Bliß.
Abends	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Regen.
9. Nachts		Ein naher Bliß zündete. Starker Reg.
11. Nachmit.	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Entf. Donner.
24. Nachmit.	Ed. El. F. Glſp. Feuerſtrom.	Gewitter ohne Doñer u. Bliß.
26. Morgens	Ed. El. F. Glſp. ⸗ ⸗ ⸗	Regen u. etwas Bliß.
28. Abends	Ed. El. F. Glſp. Feuerſtrom.	Etwas Bliß. Starker Reg.

Junius

Junius 1796.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Begleitende Witterung.
9. Morgens	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ;	Regen.
14. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Strom und Spiel.	Donner u. Blitz. Platzregen.
16. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regenguß.
27. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. ; ; ;	Blitz u. Donner. Regen.

Anmerk. Den 9ten Junius 1795 ſind keine electriſche Anzeigen beygeſchrieben, weil ich Nachts nicht zur Maſchine kommen kann. Unterdeſſen war das Wetter allerdings fürchterlich. Ich habe aber keinen Hagelſchlag dabey bemerkt. Den 29ſten Junius 1793 waren die Blitze und Donner zu hoch, oder zu entfernt, um Anzeigen von ihnen an der Maſchine gewahr zu nehmen.

Julius 1792.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Begleitende Witterung.
14. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Funken. ;	Regen.
19. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. ; ; ;	Ferner Donner. Regenguß.
	Julius 1793.	
17. Abends.	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ;	Donerwolken. Kein Regen.
18. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Blitz u. Donner. Regen.
20. —	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ;	

Julius 1794.

Tag,	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Begleitende Witterung.
10. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regen. Ferner Donner.
13. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ	Regen. Etwas Donner.
25. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regenguß. Kein Donner.
31. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Schweres Gewitter.
	Julius 1795.	
1. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ	Regenguß. Windig.
4. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Regen. Donner und Bliß.
21. Nachmit.	Cd. Cl. F. ſ ſ ſ ſ ſ	Regenguß.
31. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. ſ ſ ſ	Etwas Donner und Regen.
	Julius 1796.	
11. Nachmit.	Cd. Cl. F. ſ ſ ſ ſ ſ	Etwas Regen.
23. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regenguß ohne Doñer u. Bliß.
24. Nachmit.	Cd. Cl. F. ſ ſ ſ ſ ſ	Regen.

Auguſt 1792.

Es gab zwar Donnerwolken am Horizonte; ſie verzogen ſich aber wieder, oder brachen hier nicht aus.

Digitized by Google

Auguſt 1793.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Begleitende Witterung.
4. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. „ „ „	Etwas Regen.
15. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Spiel und Strom.	Donnerwetter mit Hagel.
	Auguſt 1794.	
2. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Etwas Donner. Regenguß.
7. Nachts.	„ „ „ „ „ „ „	Donner u. Reg.
28. Nachmit.	„ „ „ „ „ „ „	Regenguß. Ferner Donner.
31. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Gewitter mit wenig Hagel.
	Auguſt 1795.	
6. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Blitz u. Donner. Regenguß.
18. Abends.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Regenguß ohne Doñer u. Blitz.
28. Morgens	„ „ „ „ „ „ „ „	Guß.
	Auguſt 1796.	
3. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Gewitter. Regenguß.
13. Morgens	Cd. Cl. F. Glſp. Funkenſpiel.	Schweres Gewitter. Regen.

Einzelne Bemerkungen über die Sommermonate.

1. Es trift ſich in den Sommermonaten manchmal, daß an der Maſchine während einem Wetter Feuerſtrom und Funkenſpiel auf einander folgen. So war es z. B. den 14ten Junius 1796: Es war Nachmittags eine drückende Hitze. Hie und da zeigten ſich ſchwarze Wolken. Es donnerte und blitzte erſt einigemal; endlich wurde in einer ſolchen kurzen Zeit der Himmel mit einer continuirlichen Donnerwolke bedeckt, ſo daß nicht ein blaues Fleckchen mehr daran zu ſehen war. Es erfolgte ein Regenguß, den viele Blitze durchſchnitten: dieß war die Epoche des Feuerſpiels; kein Strom; Blitz in der Atmoſphäre und Blitz zwiſchen den Kugeln der Maſchine folgten einander in flagranti, deſſen Größe keine Uhr meſſen kann; dann war wieder alles ſtille. Der Regen wurde ſo häufig und ſo ſtark, daß alle Ausſicht auf die nahen Berge abgeſchnitten wurde: es ſchien, als wenn die untere Region während dem Regen in einen dichten Nebel eingehüllt würde. Zuletzt erfolgte ein Hagelſchlag; die Blitze continuirten: jetzt war die Epoche eines unbeſchreiblich ſchnellen Stroms kniſternder Blitzfunken, die nicht eher aufhörten, als mit dem Ende des Hagelſchlags. Im Auguſt 1793 beobachtete ich ein gleiches, nur war das Wetter nicht ſo ſchwer. In Junius 1792 ſchlugen ſich von Weſt gegen Oſt ſchwärzliche Wolken zuſammen; es regnete hierauf bey ſtarkem Winde mit großen Tropfen: hierbey war ein Feuerſtrom zwiſchen den Kugeln der Maſchine zu ſehen. Endlich fiel ein Blitzſtrahl nicht weit von hier nieder: in demſelben Augenblicke hörte der Feuerſtrom auf, erneuerte ſich jedoch nach einigen Minuten. Es fiel der zweyte Blitz mit der nämlichen Erſcheinung, wonach nichts mehr zu ſehen war und gegen Weſt der Himmel ſich aufheiterte.

2.

Digitized by Google

2. Aus der Tabelle kann man auch die Umſtände abnehmen, unter welchen ein Blitzſtrom, oder ein Funkenſpiel entſteht. Ein Blitzſtrom hat ſtatt, wenn bey einem heftigen Regenguſſe entweder kein Blitz, oder wenigſtens kein naher Blitz ſich zeigt; und wenn Hagel eintritt. Das Funkenſpiel hingegen entſteht, wenn ein Blitz nahe einfällt und die Scene endiget. Man ſieht alſo, daß viel Blitzmaterie durch die Gewitterregen auf unſern Erdboden herabkömmt, ohne daß ſie in Blitzſtrahlen ausbricht; ja es iſt mir ſogar wahrſcheinlich, daß, ſo wie während einem Gewitterregen die Blitze ſichtbar werden, die Entladung gröſtentheils vorüber iſt. Wie aber Feuerſtrom und Hagel, im Frühjahr und Sommer, zuſammenhängen, kann ich mir nicht erklären.

3. Eben daher ergiebt ſich auch, warum im Frühjahre die Scene des Funkenſpiels ſo ſelten, oder gar nicht iſt; es blitzt weniger, als im Sommer, oder gar nicht.

Aus dem bisherigen ſieht man, welchen Gang die atmoſphäriſche Electricität das Jahr hindurch nimmt: Im Winter ſind die Anzeigen derſelben ſchwach: wenn's hoch kömmt, ſo fahren an der Maſchine kleine Funken über. Gegen das Frühjahr hin wächſt ſie allmählich, ſo daß ſie gegen die Mitte des Monats März das Fadenelectroſcop ſchon kräftig afficirt. Im April zeigt ſie ſich, manchmal des Tages ſehr oft in den ſogenannten Aprilſtürmen, häufig durch Glockenſpiel und Funken. Gegen das Ende des Aprils und im May endlich beweiſt ſie ihre Stärke durch reiſſende Ströme an der Maſchine. In dieſem ganzen Zeitraum blitzts und donnerts der Regel nach nicht, oder nicht anhaltend. In den Sommermonaten Junius und Julius iſt die Epoche der Gewitter: die Maſchine ſprüht Funken, ſo oft es blitzt; dann iſt

Stillſtand, bis auf einen neuen Blitz; hagelt es, dann iſt raſcher Feuerſtrom, der durch einen einfallenden Blitzſtrahl augenblicklich geſtillt wird, um wieder lebhaft anzufangen. Fallen im Herbſte Stürme und Strichregen ein, ſo kehrt die Scene des März zurück: bedecken endlich die Herbſtregen den ganzen Horizont, dann beobachtet man die Maſchine umſonſt; alle Spuren der Electricität ſind verſchwunden. Hievon ſind durchaus die Ausnahmen ſelten.

Aber nun noch eins! Als ich im litterariſchen Magazin für Katholiken B. 1. St. 4. Koburg 1794. zum erſtenmal Beobachtungen dieſer Art bekannt machte, äußerte ich die Meynung, daß, zu Folge der Beobachtungen, durch die Frühlingsregen mehr Blitzmaterie aus der Atmoſphäre herabkomme, als durch alle Donnerwetter des Sommers zuſammengenommen. Es klingt dieß ſehr paradox; warum? weil es im Frühjahre ſehr wenig donnert und blitzt, und man nur dann erſt an Blitz denkt, wenn man ihn im Sommer ſieht. Aber auch jetzt noch beharre ich ſteif auf meiner Meynung. Als ich während dem Frühlinge 1791 unſere Maſchine das erſtemal beobachtete, nahm ich die Exploſionen derſelben bey den Frühregen mit Vergnügen gewahr, und freuete mich im Voraus auf noch frappantere Wirkungen zur Zeit der Sommergewitter: aber umſonſt. Die Gründe zu meiner Meynung ſind folgende:

1) Wie oft regnet es in den Monaten März, April und May! Wenigſtens iſt es bey uns ſo und ohne Zweifel auch ſo, je weiter man gegen Nord kömmt. Ja! wie oft regnet es nicht an einem einzigen ſtürmiſchen Apriltage! Man hört keinen Donner, man ſieht keinen Blitz; aber nichts deſto weniger fehlt es meiner Erfahrung zu Folge niemals an deutlichen Blitzanzeigen an unſerer Maſchine. Es giebt Tage im Frühjahr, an welchen ich,

wäh-

während meinem Aufenthalte in dem hieſigen phyſikaliſchen Cabinet, von Morgens bis Abends elektriſche Muſik an dem Glockengeläute habe; klappern noch vollends Graupeln auf den Dächern, dann iſt die Fuge in voller Arbeit. Dann ſieht man nicht etwa bloß Spuren von Electrizität, die man mit einem Condenſator gleichſam erhaſchen müßte, ſondern Funken, die von Kugel zu Kugel reiſſend überſpringen: nicht etwa für einen Augenblick, ſondern manchmal einen Strom, der eine halbe Stunde lang und noch länger fortarbeitet. Die Unbequemlichkeit der Tabellen hat mich gehindert, dieſes deutlicher daſelbſt auszudrücken. Dagegen herrſcht in den Sommermonaten eine Reihe von heitern Tagen, die ſich auf zwey bis drey Wochen erſtreckt; und dieſe Reihe kömmt von Zeit zu Zeit wieder: während dieſer Zeit regnet es nicht ein Tröpſchen und die Maſchine ſteht todt da. Hier in Fulda weiß man nun ſchon, daß man zur Befriedigung ſeiner Neugier die Maſchine nicht im Sommer, ſondern im Frühjahr beſuchen müſſe. Endlich zähle man, in meinen Tabellen, die Fälle für das Frühjahr und die Fälle für den Sommer ab; und man findet einen handgreiflichen Ueberſchuß für das Frühjahr.

2) Man könnte aber einwenden: die Blitzmenge, die durch ein einziges Sommergewitter herabkömmt, ſey vielleicht ſo groß, als die Menge, die durch mehrern Frühlingsregen herabgeleitet wird. Ich habe mir dieſen Einwurf ſelbſt oft gemacht, weil man ſich wirklich an dem Paradoxen des Satzes ſtoßen muß; allein die Erfahrung nöthigte mich ſchlechterdings zu ſeiner Annahme. Wir wollen zwo Beobachtungen, eine vom Frühjahre und eine vom Sommer, zuſammenſtellen und ihre Erſcheinungen gegen einander vergleichen; und damit die Umſtände gleich ſeyen, ſollen beide ein Donnerwetter betreffen.

Den

Den 11ten May 1793 erhob ſich Abends ein Donnerwetter. Es blitzte und donnerte ſtark. Das Glockenſpiel läutete ſehr ſchnell. Endlich that es einen heftigen Regenguß und ein ſtäter, unausgeſetzter Blitzſtrom tobte zwiſchen den Kugeln der Maſchine. So oft es blitzte, ließ der Strom auf einen Augenblick nach, aber ſogleich erhoben ſich die Fäden des Electroſcops, die Glocken läuteten und der Strom kniſternder Blitzfunken begann aufs neue. Dieſe angenehme Unterhaltung währte über eine halbe Stunde.

Den 18ten Julius 1793 entſtand Abends ein ſchweres Gewitter. Es regnete etwas, jetzt mehr, jetzt heftig und endlich folgten ſtarke Blitze. Die Maſchine ſprühte Funken, ſo oft es blitzte: denn ſo oft der Blitz zwiſchen den Kugeln der Maſchine durchgefahren war; hatte die Scene ein Ende, die Maſchine war todt, kein ſtäter Strom zu ſehen, ungeachtet es zu regnen fortfuhr. Dieß Funkenſpiel erneuerte ſich zwar, ſo oft es blitzte; allein es macht doch wohl einen augenſcheinlichen Unterſchied, ob man einen ſtäten Feuerſtom, oder nur reiſſende Funken, die einen Augenblick währen, übergehen ſieht. Die Nichtphyſiker gerathen bey einem Blitzſtrom allezeit in Schrecken: das Funkenſpiel aber reißt ſie nur zu einer jüdiſchen Verwunderung hin, wie ich mehrmal erlebt habe. Alle Umſtände alſo gleichgeſetzt, bleibt ein Ueberſchuß an Blitzmenge, die unſerm Erdboden im Frühjahre zugeführt wird.

Da nun bey Sommergewittern, die zugleich Hagelwetter ſind (welcher Fall aber bey uns ſelten eintritt), eben ſo, wie in den Frühlingsregen, ein ſtäter Blitzſtrom ſtatt hat; ſo wird es mir wahrſcheinlich, daß die Urſache, warum im Frühlinge ſo viel Blitzmaterie herabkommt, darin liege, daß die Frühlingsregen meiſtens mit Graupeln oder doch mit unzerfloſſenen Schneeflocken unter-

untermiſcht ſind: es regnet und ſchneiet zugleich. Die Mayregen ſind kühl. Wie aber, noch einmal, Graupeln und Hagel mit Blitzmaterie zuſammen hängen, weiß ich nicht.

Ich bin ſehr willig, meine geäußerte Meynung zurück zu nehmen, wenn ich eines Beſſern belehrt werde. Allein die Gegengründe müſſen ſchlechterdings Thatſachen ſeyn, die man nur von Gotha und Mannheim, wo dergleichen Maſchinen aufgerichtet ſind, erwarten kann. Uebrigens wünſche ich ſehr lebhaft, daß man dergleichen Beobachtungen häufiger anſtellen möge, um in dieſem Zweige der Meteorologie endlich einen Schritt weiter zu kommen.

5.

Ueber die vollkommene Attraktionskraft der ſchwimmenden Körper auf dem Waſſer,

aus einem Briefe

des

Herrn Dr. G. Carradori *),

von

Herrn Dr. Murhard.

Man nehme trockene kleine Köperchen, als z. B. Stückchen, worin man trockene Blätter gebrochen hat, oder Spähne, die beym Durchſägen des Holzes abgefallen ſind, werfe einige davon aufs Waſſer und tauche ſie in der Entfernung eines Zolles ohngefähr unter einander unter. Während des Eintauchens wird man ein Stückchen vom andern ſich ein wenig entfernen ſehen und dieß iſt, wie man wohl zu bedenken hat, die Wirkung der Bewegung, die durch das Eintauchen im Fluido entſtanden iſt. Hierauf nähere man ein ſolches Körperchen dem andern, ſo wird das eine Körperchen dem andern überall folgen, man mag es nun tiefer hinunter tauchen, oder über das Waſſer erheben, oder horizontal bewegen, und es werden beide Körperchen ſich an einander

*) Aus dem Giornale Fiſico-Medico di Brugnatelli, Tom. IV. (Pavia 1794.) p. 162. und p. 225. gezogen.

ander hängen und ſo eine Attraktionskraft ausüben. Dieß iſt jedoch nicht Wirkung der Attraktion des einen Körperchens gegen den andern. Denn im erſtern Falle, wenn man nämlich den einen Körper weiter eintaucht, wird der andere ſich ihm zu nähern ſuchen, weil alsdenn eine Höhlung oder zirkelförmiger Graben entſteht, wohin er dem Strome wohl folgen muß, und davon iſt die Urſache die, daß die Cohäſionskraft des Waſſers nicht ſo ſtark iſt, als die Attraktion, die es auf jenen Körper ausübt, daher ſeine Oberfläche immer mehr nachgiebt, hinter den Körper tritt und ihn ſo forttreibt und gleichſam verſchlingt. Dieſe Erſcheinung geben alle ſchwimmende Körperchen, die das Waſſer anziehen, denn ſie folgen deſſelben Bewegung, welches nach der Adhäſion, die es mit dem Körper hat, entweder in die Höhe ſteigt, oder niederſinkt. Auf dieſe Art ziehen ſich alſo ſchwimmende Körper an und werden durch die Adhäſionskraft, die das Waſſer mit ihnen und den Wänden des Gefäßes hat, gegen einander hingetrieben.

Da man beobachtet hat, daß alle Körper, die, wie man weiß, gewiß flüchtiges oder fixes Oehl oder Harz enthalten, eine Ausdehnungsbewegung haben, ſie mögen nun entweder flüſſig oder feſt ſeyn, in welchem letztern Falle ſie ſich in Staub auflöſen, ſobald man ſie auf die Oberfläche des Waſſers bringt; ſo glaube ich, wenn man irgend etwas vorher behaupten kann, daß alle Materie, die ein ſolches Phänomen darſtellt, ein gemeinſchaftliches Oehl oder Harz, woraus ſie völlig gebildet iſt, enthalte. Ich will nicht die Reihe von Körpern, die alle öhlicht und harzigt ſind und womit ich Verſuche angeſtellt habe, anführen; aber ich kann es verſichern, daß alle entweder mehr oder weniger dieſe Wirkung hervorgebracht haben. Die Milch, z. B, die, wie jedermann weiß, eine ausgepreßte Subſtanz iſt, dehnt ſich

auf

auf dem Waſſer eben ſowohl aus, als der milchichte Saft der Titimalis und andere ähnliche Pflanzen, jedoch mit merklich weniger Kraft; daher hat man nicht daran zu zweifeln, daß das Mehl von der Frucht und andern Saamen nicht als ausgepreßt angeſehen werden müßten, indem ſie ſich ſowohl als feſt, als als flüſſig auf dem Waſſer eben ſo, wie die milchichten Säfte der Pflanzen ausbreiten. Die Urſache der größern Geſchwindigkeit, womit ſich das Mehl auf dem Waſſer in Vergleichung mit der Milch und den milchichten Pflanzenſäften ausbreitet, glaube ich gewiß in dem harzigten Theile ſetzen zu müſſen, worin es von der Milch verſchieden iſt, welche ein fixes Oehl enthält. Dieß findet aber nicht allein beym gemeinem Mehle ſtatt, ſondern auch bey den Radicibus tuberoſis, bey allen Gräſern und überhaupt bey allen Pflanzen; und außerdem haben noch die Mehle einer großen Menge von Saamen von verſchiedenen, ſowohl verbrennlichen als unverbrennlichen, Sorten, womit ich Verſuche angeſtellt habe, und die mehlichten Früchte dieſe Eigenſchaft in einem ausnehmenden Grade, wodurch man berechtigt wird zu behaupten, daß alle Ueberfluß an harzigten Theilen haben, und daß ſie zu kräftigen Nahrungsmitteln dienen müſſen. Man hat Grund zu glauben, daß der harzigte Theil des Korns oder der Frucht in den Leim zu ſetzen ſey, daher glaubte ich, daß die Stärke, als eine Art Schleim, der Eigenſchaft, ſich auf der Oberfläche des Waſſers auszubreiten, beraubt ſeyn müſſe, allein ſie hat ſie dennoch, wiewohl in einem geringern Grade, als das Mehl. Wir können daher nicht umhin, auch in ihr eine harzigte Subſtanz anzunehmen. Sie muß aber eine Subſtanz ſeyn, die mehr ſchleimigt als der Leim und ſelbſt das Harz iſt, und man muß in der Proportion dieſes Princips und vielleicht auch in ihrer verſchiedenen Combination die Differenz dieſer beiden Subſtanzen ſetzen.

Digitized by Google

Das wahre Gummi, wenn man es in möglichſt kleine Theilchen getheilt hat, hat auch auf der Oberfläche des Waſſers eine Ausdehnungsbewegung; ich halte daher das Gummi, das Harzgummi und das Harz faſt nur für Grade einer und derſelben Subſtanz.

Indem ich Beobachtungen von dieſer Art über verſchiedene Subſtanzen anſtellte; ſo fiel mir ein, ein Brod von trockenem Korne zu ſtoßen und damit Verſuche anzuſtellen, um zu ſehen, ob die Eigenſchaft des Mehls immer ſtatt habe, und ich fand, daß ſie immer ſich faſt auf gleiche Weiſe zeigte; dieß veranlaßte mich ferner daraus zu ſchließen, daß bey der Gährung und beym Backen des Brodes ſie eben ſo wenig wegfalle und der Theil des Harzes, der im Mehle ſich befindet, nicht zerſtöhrt werde.

Ehe ich dieſen Gegenſtand verlaſſe, wird es nicht undienlich ſeyn, diejenigen, die Beobachtungen von dieſer Art und beſonders zu dem Ende anſtellen wollen, um zu entdecken, welche Materien Oehl oder Harz enthalten, von den Vorſichtigkeitsregeln zu benachrichtigen, die man zu beobachten hat, wenn man nicht in Irrthümer verfallen will. Man ſehe zuerſt darauf, daß das Waſſer, worauf man die Materie wirft, womit man Verſuche anſtellen will, eine große Oberfläche habe, und der Verſuch wird entſcheidend ſeyn, wenn er in einem Gefäße, worin das Waſſer ab- und zufließt, oder in einem Fluſſe oder Teiche geſchieht.

Stellt man den Verſuch in einem mit Waſſer angefüllten Gefäße an; ſo kann leicht eine öhlichte Unreinigkeit ſich an den Wänden des Gefäßes feſtſetzen und ſo die Wirkung verhindern, indem ſie ſich auf die Waſſeroberfläche ſetzt.

Hernach hat man wohl darauf zu ſehen, daß man nicht vorher eine öhlichte Materie, ſie mag auch beſchaffen ſeyn, wie ſie will, herbeybringe; denn auch alsdenn kann der Verſuch fehlſchlagen.

Die Ausdünſtung des Körpers iſt ebenfalls im Stande eine Täuſchung zu verurſachen. Ich habe ſelbſt beobachtet, daß, wenn man ſeine Hand z. B. unter der Achſel, oder um den Kopf herum, oder an irgend einem andern Theile des Körpers reibt, woraus mehr eine öhlichte Ausdünſtung ausſtrömt, als an andern, und man nimmt mit eben dieſer Hand ein Stückchen Erde und wirft es auf's Waſſer, ſogleich eine Ausdehnungsbewegung entſteht. Dieß kann auch alsdann ſtatt finden, wenn man die Materie, womit man den Verſuch anſtellen will, lange in der Hand hält. Es iſt daher nöthig, ſich vorher die Hände zu waſchen und, nachdem man ſie ſich hinlänglich abgetrocknet hat, zum Verſuche ſelbſt zu ſchreiten und mit einem kleinen Löffel die Materie auf das Waſſer zu werfen. Hieraus ſieht jeder, was für Irrthümer hier entſtehen können, wenn man nicht alle dieſe Vorſichtigkeitsregeln beobachtet.

6.

6.

Betrachtungen
über
eine Schwierigkeit, die bey der Art ſtatt findet, wie die Newtonianer die Cohäſion der Körper und die andern dahin gehörigen Phänomene erklären *),

von

Friedrich Wilhelm Auguſt Murhard,
der Philoſophie Doctor zu Göttingen.

Man hat Urſache zu glauben, daß die Anziehungskraft, vermöge der die Planeten ſich um die Sonne bewegen und wodurch die ſchweren Körper nach dem Mittelpunkt der Erde getrieben werden, noch andere Wirkungen in der Natur hervorbringe, als die Härte, den Zuſammenhang und überhaupt alle aus der Cohäſion entſpringende Erſcheinungen. Denn 1) können dieſe verſchiedenen Phänomene nicht von einem Stoße herrühren, und 2) iſt es ſehr natürlich, wenn man die Attraktion als eine Haupteigenſchaft der Materie anſieht, ihr auch alle analoge Wirkungen zuzuſchreiben, wohin gewiß die vorher genannten gehören.

Aber hier bietet ſich gleich eine Schwierigkeit dar. Die Kraft, womit die ſchweren Körper und namentlich

 die

*) Man ſehe den zweyten Band der Mémoires d' une société celèbre ou Mémoires des Jésuites ſur les ſciences, les belles lettres et les arts, die der Abt Groſier im Jahr 1792 zu Paris herauszugeben anfieng.

die Planeten gegen den Mittelpunkt ihres Strebens getrieben werden, iſt allezeit dem Quadrat der Diſtanz umgekehrt proportional, und diejenige, womit die Theilchen bey den Cohäſionen ſich einander nähern und ſich mit einander vereinigen, iſt offenbar größer. Es ſcheint alſo, dieſe beiden Kräfte können nicht durch eine und dieſelbe Urſache hervorgebracht werden.

Dieſe Schwierigkeit hat einigen Newtonianern ſo groß geſchienen, daß, um ſie zu vermeiden, ſie lieber das Princip der Attraktion nur auf die himmliſchen Phänomene einſchränkten, wo es mit einer bewunderungswürdigen Leichtigkeit angewandt wird. Andere aber haben ſie lieber zu heben geſucht, als einem Princip Gränzen zu ſetzen, deſſen Allgemeinheit wenigſtens ſehr wahrſcheinlich gemacht worden iſt.

In dieſer Hinſicht haben einige geglaubt, das allgemeine Geſetz der Attraktion ſey nicht das des umgekehrten Verhältniſſes des Quadrats, ſondern das des umgekehrten Verhältniſſes des Quadrats plus des umgekehrten Verhältniſſes des Cubus, oder irgend einer andern noch höhern Potenz als der Cubus. Aber außerdem, daß dieſe Idee eine Annahme ganz ohne Beweis iſt, und daß ein dergleichen Geſetz eine große Verwirrung hervorbringt, iſt es gewiß, daß ſie weder mit den Phänomenen der Schwere übereinkommt, wie man leicht ſieht, noch mit denen der Cohäſionen, wie ich bald zeigen werde.

Andere haben zwey Attraktionsgeſetze angenommen, das eine für große Entfernungen und für die himmliſchen Phänomene, das andere für die kleine Entfernung, beſonders für die Cohäſionen. Das erſte ſoll das umgekehrte Verhältniß des Quadrats, und das zweyte das umgekehrte Verhältniß des Cubus ſeyn.

Zwar

Zwar iſt es gewiß, die Philoſophen mögen auch noch ſo viel von der Einfachheit der Naturgeſetze reden, daß viele derſelben beträchtliche Variationen und Modifikationen leiden. Die Geſetze der Refraktion ſind z. B. nicht einerley bey den kleinen Körperchen des Lichts und bey größern Körpern. Die bey flüſſigen Körpern in Anſehung des Drucks der Grundflächen ſtatt findenden Geſetze ſind in verſchiedener Hinſicht von denen bey feſten Körpern ſehr verſchieden. Auf alles dieß mögen ſich jene Philoſophen bey der Annahme eines doppelten Attraktionsgeſetzes geſtützt haben. Aber wenn dieß ſtatt fände; ſo würden alle Körper von einer unendlich großen und vollkommenen Härte ſeyn; denn man könnte gar nicht daran zweifeln, daß bey allen Körpern ſich nicht eine große Anzahl von Theilchen fände, die ſich in einigen Punkten berührten. Dieſe Theilchen würden folglich bey ihrer Trennung einen Widerſtand leiſten, der durch keine endliche Kraft könnte aufgehoben werden, und dadurch würden alſo die Körper völlig hart werden.

Die Schwierigkeit, die man zu heben ſucht, bleibt alſo aller gemachten Verſuche, ſie aufzulöſen, ungeachtet noch immer völlig dieſelbe. Aber ſollte ſie unauflösbar ſeyn?

Wenn man bedenkt, wie viele andere Schwierigkeiten, die man gegen Newton's Syſtem aufgeworfen hat, und die den erſten Anblick nach nicht weniger groß als dieſe zu ſeyn ſchienen, völlig dennoch mit der Zeit gehoben worden ſind; ſo iſt es wahrſcheinlich, daß eben dieß mit der gegenwärtigen der Fall geweſen ſeyn würde, wenn unter den vielen großen Geometern, die das Newtonianiſche Syſtem zu vervollkommnen trachteten, ſich einer gefunden hätte, der dieſelbe einer beſondern Aufmerkſamkeit gewürdigt hätte. Allein die meiſten beſchäftigten ſich allein mit Eifer mit den himmliſchen

liſchen Phänomenen, und unterſuchten ſie auch bisweilen diejenigen, die die gegenwärtige Schwierigkeit veranlaßten, ſo war dieß nur vorübergehend und ohne ſich dabey in ein genaueres Detail einzulaſſen.

Aus dem, was ich vorhin geſagt habe, folgt, daß die Kraft, die ſich bey den Cohäſionen zeigt, ſelbſt bey dem Berührungspunkte noch gar wohl endlich iſt; ſie iſt unendlich kleiner, als die, welche eine Attraktion in der umgekehrten Verhältniß des Cubus, oder jeder andern Potenz, die höher als das Quadrat iſt, hervorbringen würde. Iſt es daher nicht natürlich zu denken, daß eine Attraktion in der bloßen umgekehrten Verhältniß des Quadrats, dazu hinreiche, ſie hervorzubringen? Und wenn das wäre, würde dann die gegenwärtige Schwierigkeit nicht aufzulöſen ſeyn? Die vorhin erwähnten beiden Arten von Anziehungen ſind bloß Wirkungen einer und derſelben Anziehung. Denn wenn ich Anziehung das Beſtreben nenne, das der anziehende Körpe, ausübt, um den angezogenen Körper zu bewegen, und wenn ich die Kraft, womit der Körper durch dieſes Beſtreben angezogen wird, die Wirkung der Anziehung nenne; ſo iſt gewiß, daß die Wirkungen einer und derſelben Urſache in ihren Verhältniſſen verſchieden ſeyn können, ohne daß die Urſache ſelbſt in ihrem Geſetze veränderlich ſey. Hierzu werden nur einige Umſtände erfordert, die die Wirkung der Urſache bald einfacher, bald verwickelter machen, die die Dauer derſelben bald verlängeren, bald verkürzen. Auf eben die Art geſchieht es, daß bey dem Falle der Körper eine und dieſelbe Vis motrix nach der Natur der Hinderniſſe, welche ſie zu beſtreiten hat, oder nach der Zeit oder Art, wie ſie angetroffen iſt, Wirkungen hervorbringt, die ſich bald wie die einfachen Geſchwindigkeiten, bald wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten. Warum könnte es nicht eben ſo bey der

Digitized by Google

der Attraktion ſeyn? Warum könnte dieſe Kraft, indem ſie immer einem Geſetze folgt, nicht Wirkungen von verſchiedenen Verhältniſſen hervorbringen, indem durch die Dazwiſchenkunft einiger beſondern Umſtände ihre Wirkung verſchieden modificirt würde?

Allgemein betrachtet ſcheint es alſo nicht unmöglich, daß die Kraft, die man bey den Cohäſionen betrachtet, und die der Schwere, in ſo verſchiedenen Verhältniſſen ſie auch zu wirken ſcheinen, dennoch durch einerley Attraktion, die nach dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats wirkt, hervorgebracht werden. Um ſich von der Wahrheit dieſer Sache zu überzeugen, müßte man in ein größeres Detail gehen, wozu ich jetzt keine Luſt habe. Meine Abſicht iſt hier, mich nur auf allgemeine Betrachtungen einzuſchränken. Ich will mich alſo für jetzt damit begnügen, nur einige bey den Cohäſionen ſtatt findende Umſtände zu bemerken, nach denen die Attraktion nach dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats bey dieſem Phänomen ein größeres Verhältniß als bey den Planeten hervorbringt.

Der erſte Umſtand, worauf ich hier aufmerkſam mache, iſt die außerordentliche Kleinheit der Theilchen, zwiſchen denen die Attraktion bey den Cohäſionen wirkt. Es ſey (Fig. 2.) S eine ſphäriſche Oberfläche, oder eine hohle Kugel von der möglich kleinſten Dicke, und P ein in einiger Entfernung auf die Verlängerung des Diameters AB geſetztes Körperchen. Nimmt man nun an, jedes unendlich kleine Theilchen der Kugel, D, O, u. ſ. w. übe auf das Körperchen P eine Attraktion aus, die im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Körperchen iſt; ſo folgt aus Prop. 71. Lib. 1. Princip. Newton., daß dieſes Körperchen nach dem Mittelpunkte der Kugel mit einer Kraft getrieben werden wird, die dem Quadrat der Entfernung von dieſem Mittelpunkte

 umge-

umgekehrt proportional iſt. Dieß vorausgeſetzt, ſage ich, daß, wenn zwey oder mehrere Theilchen D, O, u. ſ. w. ſich in eine kleine Maſſe vereinigen und dieſe ganz allein auf das Körperchen P wirkt, ſie ihm eine verhältnißmäßig größere Kraft, als die mittheilen wird, die er von der ganzen Kugel erhielte. Man nehme auf demſelben großen Zirkel ADBO auf beiden Seiten des Diameters AB und in gleichen Entfernungen zwey gleiche Theilchen D und O an, und ſetze die Wirkung der Anziehungskraft des Theilchens D = der kleinen Linie PG, und die des Theilchens O = der kleinen Linie PE = PG; die Kraft, womit das Körperchen P gegen das Centrum C vermöge dieſer beiden Wirkungen getrieben wird, iſt alsdann = der Diagonale PT und dieſe Kraft iſt alsdenn derjenigen proportional, womit er gegen daſſelbe Centrum, vermöge der Anziehungskraft der ganzen Kugel getrieben wird. Man hat alſo nur noch zu erweiſen, daß, wenn dieſe beiden Theilchen ſich in eine kleine Maſſe vereinigten und dieſe allein auf das Körperchen P wirkte, ſie ihm eine größere Kraft als PT mittheilen werde. Dieß aber ſcheint an und für ſich offenbar; denn wenn das Theilchen O z. B. ſich mit dem Theilchen D vereinigen will; ſo verſchwindet der Winkel DPO gänzlich, die Kräfte PG, PE hören auf ſchief auf einander zu wirken und die Kraft, womit das Körperchen getrieben wird, wird nicht mehr PT, ſondern PG + EP, oder 2 PG > PT ſeyn, indem PG = PE angenommen worden iſt. Hieraus folgt nun allgemein, ein Theilchen, das ein anderes anzieht nach einem gewiſſen Geſetze, muß in demſelben eine verhältnißmäßig größere Kraft hervorbringen, als ein Körper von einem beträchtlichen Volumen hervorbringen würde, der es nach demſelben Geſetze anzöge. Wegen der außerordentlichen Kleinheit der Theilchen, zwiſchen denen die Attraktion bey den Cohäſionen wirkt, kann alſo die Kraft, die man dabey wahrnimmt, weit

weit größer verhältnißmäßig ſeyn als die, die man bey den großen Planetenkörpern beobachtet, ohnerachtet die Attraktion in beiden Fällen demſelben Geſetze des Quadrats der Entfernung folgt.

Ein anderer Umſtand, worauf ich hier aufmerkſam mache, iſt die gegenſeitige Wirkung der Anziehung, die bey den Planeten beynah = o iſt, und dieſe muß ſehr beträchtlich und ſehr merklich bey den Cohäſionen ſeyn. Jeder Körper, der einen andern anzieht, wird auch zugleich von dieſem angezogen; und dieß bringt nothwendig zwiſchen den beiden Körpern eine Vermehrung der Kraft hervor, ſich einander zu nähern, oder ſich mit einander zu vereinigen. Dieſe Vermehrung der Kraft kann aber nicht zwiſchen Körpern ſtatt finden, deren Maſſen ſehr von einander verſchieden ſind; denn da die Attraktion in gleichen Entfernungen in Verhältniß der Maſſen wirkt, ſo wird ein Körper, deſſen Maſſe ſehr klein iſt, auch nur eine ſehr geringe, oder beynahe keine Wirkung auf den andern ausüben, deſſen Maſſe ſehr groß iſt. Dieſe Vermehrung der Kraft muß aber bey ſehr großen Diſtanzen wirklich ſtatt finden, ſie iſt aber alsdenn ganz unmerklich und kann folglich als Null angeſehn werden. Denn ſie kann ſich nur durch die Vermehrung der Geſchwindigkeit zeigen, womit die beiden Körper gegen einander getrieben werden, oder welches auf eins hinaus kommt, durch die Vergrößerung des Raums, worin ſie ſich in einer gegebenen Zeit einander nähern. Nun aber iſt offenbar, daß, je größer die Diſtanz iſt, die die beiden Körper trennt, deſto kleiner auch die merkliche Vermehrung des Raums iſt, und daß bey großen Entfernungen ſie völlig = o wird.

Dieſe beiden Urſachen, mit einander verbunden, verhindern es, daß man zwiſchen der Sonne und den Planeten keine Vermehrung der Kraft antrift, die man

ihrer gegenſeitigen Anziehung zuſchreiben könnte. Aber bey den Cohäſionen müſſen gerade entgegengeſetzte Urſachen eine ſehr beträchtliche und beſonders ſehr merkliche Vermehrung der Kraft hervorbringen. Denn da die Theilchen, die ſich bey dieſen Phänomenen anziehen, beynahe einander gleich ſind, ſo wird die Kraft, womit ſie ſich einander nähern und ſich mit einander vereinigen, wegen ihrer gegenſeitigen Anziehung doppelt ſo groß, als die ohne dieſe Anziehung ſeyn würde; und bey ſehr geringen Entfernungen, worin dieſe Phänomene vor ſich gehn, wird die geringſte Vermehrung der Geſchwindigkeit, oder welches einerley hier iſt, die geringſte Vergrößerung der Kraft ſehr merklich und beträchtlich. Dieß iſt alſo wieder ein Umſtand, der es veranlaſſen könnte, daß die Attraktion, wenn ſie auch gleich allezeit nach demſelben Geſetze des Quadrats wirkte, bey den Cohäſionen dennoch eine weit größere, wenigſtens merklich hervorbringen könnte, als diejenige iſt, welche ſie bey den Planeten hervorbringt. Ein dritter Umſtand, der ſich hauptſächlich auf die Dauer der Phänomene bezieht, iſt der, daß anſtatt, daß die Planeten nur nach dem Centrum hin getrieben werden, die Theilchen eines und deſſelben Körpers ſowohl durch eine ähnliche Attraktion, als durch den Druck der andern Theilchen gegen den Mittelpunkt getrieben werden. Doch dieß bedarf einer nähern Erläuterung. Es ſey (Fig. 3.) eine feſte Kugel, die man in verſchiedene concentriſche ſich berührende Oberflächen A B C D, P E Q F, u. ſ. w. getheilt annimmt. Stellt man ſich nun ein Theilchen P vor, das im Innern der Kugel in irgend einer Fläche ſeine Lage hat; ſo hat Newton Prop. 70, 72 u. 73. Lib. 1. es erwieſen, daß bey der Hypotheſe des Geſetzes des Quadrats der Entfernung, die Kraft, womit dieſes Körperchen gegen das Centrum S der Sonne getrieben wird, der Diſtanz P S des Centrums proportional ſeyn wird, woraus denn

gar

gar leicht zu erſehen iſt, daß die entfernteſten Theilchen vom Mittelpunkte ſtärker angezogen werden, als die nähern.

Hieraus folgt denn, 1) daß die äußern Theilchen nach den Regeln der Mittheilung der Bewegung den innern das Uebermaas ihrer Kräfte mittheilen werden, und daß folglich in dieſen Theilchen die Kraft, die ſie durch die Anziehung des Mittelpunkts erlangen, zunehmen wird. 2) Die Vergrößerungen der Kraft, die die innern Theilchen erhalten, müſſen nicht verlohren gehen, ſondern im Gegentheil, ſich erhalten und unablässig gegen den Mittelpunkt hin ſtärker werden. Denn 1) die Kräfte, die von den entgegengeſetzten Theilen herkommen, als von A und B und ſich ebenfalls bis zum Mittelpunkte erſtrecken, wirken nicht gegen einander und können ſich folglich auch nicht aufheben; 2) die Attraktion des Mittelpunkts und der Druck der äußern Theilchen wirkt beſtändig.

Es ſcheint daher, daß wegen dieſes Umſtandes die Kraft, die die Theilchen der harten Körper haben, um ſich zu vereinigen und an einander anzuhängen, nicht nur größer ſeyn muß, als die der Planeten, ſondern daß ſie nach einiger Zeit unendlich groß werden muß, ohnerachtet ſie eigentlich von derſelben Attraktion im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung abhängt.

Verbindet man jetzt dieſe verſchiedenen Umſtände mit einander und ſetzt dazu noch andere, oder von dieſen abhängende oder analoge, hat man außer dem bey den Phänomenen der Härte auf die Rauhigkeit der Oberflächen Acht, die allein es verhindern würde, daß die Theilchen ſich ſehr leicht trennten, und erwägt man, daß, wie auch das Geſetz beſchaffen ſeyn mag, wovon die Kraft abhängt, die man bey dieſen Phänomenen wahrnimmt,

nimmt, es doch in keiner Verhältniß einer Potenz, die über das Quadrat iſt, ſeyn kann; ſollte man alsdenn nicht bewogen werden zu glauben, daß dieß eben das des Quadrats ſey? Man könnte zwar einwerfen, daß die Kraft, die man bey den Cohäſionen wahrnimmt im Berührungspunkte größer iſt, als in der kleinſten Entfernung dieſes Punkts, und daß nach Newton Prop. 85. Lib. 1. dieß nicht ſo ſeyn müßte, wenn dieſe Kraft die Wirkung einer Anziehung im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats wäre. Ich antwortete aber, daß, da dieſer 85ſte Satz ſich auf Prop. 70, 71 u. 74 bezieht, worin Newton nicht auf beſondere Umſtände Rückſicht nimmt, die bey den Cohäſionen beſonders im Berührungspunkte die Kraft vermehren können, die eigentlich zuerſt von der Attraktion herrührt, hieraus nicht folge, daß die Kraft im Berührungspunkte nicht größer ſeyn könne, als in der geringſten Entfernung von dieſem Punkte, ohnerachtet die erſte und vornehmſte Urſache, wovon ſie abhängt, eine Attraktion im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung ſey.

Digitized by Google

7.

Ueber die Electrizität im leeren Raum,

aus dem Franzöſiſchen des Abts Eandi *) gezogen,

von

Herrn Dr. Friedr. Wilh. Aug. Murhard,

zu Göttingen.

Der allgemein in allen Körpern der drey Naturreiche verbreitete Feuerſtoff ſtellt ſich dem Naturforſcher unter drey verſchiedenen Geſtalten dar, als dem Lichte, dem gemeinen Feuer und dem electriſchen Feuer, und durch die Vergleichung der Phänomene, die allen dreyen zugleich zukommen, haben die Phyſiker ihre Analogie und Verſchiedenheit beſtimmt. Die Eigenſchaft, die allen drey Arten des Feuerſtoffs gemein iſt, iſt, daß durch einen hohen Grad der Wirkung er die feſteſten Körper in Dünſte auflöſt, ſie in Flammen ſetzt, verkalkt und nach der Verkalkung wieder herſtellt. Das Licht, das ein Brennſpiegel von ſich wirft, verwandelt das Gold in Dünſte, das man Jahre lang in den chemiſchen Laboratorien ohne den geringſten Verluſt am Gewicht, geſchmolzen aufbewahrt hat, ſo daß man dadurch ein Silberblech, das man in einer Entfernung von einigen Zollen darüber hält, vergolden kann; es ſetzt alle Körper von verſchiedener

*) S. Mémoires de l'Académ. Röy. des ſciences, à Turin. Tom. V.

dener Natur in Flammen und ſtellt die Metallkalke wieder her. Alle dieſe erſtaunlichen Wirkungen bringt ebenfalls das electriſche Feuer hervor und eben ſo auch das gemeine Feuer. Hierin beſteht die Analogie der drey Arten des Feuerſtoffs. Was nun aber die Verſchiedenheit derſelben anbetrift; ſo muß ſie ſich auf die verſchiedenen Arten beziehen, wodurch der Feuerſtoff ſeine Wirkung nach dieſem dreyfachen Zuſtande ausübt. Wir haben eben geſehen, daß das Licht, das elektriſche Feuer durch ihre größte Wirkung ein und eben daſſelbe hervorbringen; aber das Licht und das elektriſche Feuer bringen ſie in einem Augenblicke hervor, das Feuer hingegen gelangt dazu erſt durch eine ſehr lange Zeit, und man muß, um ſie zu erhalten, es auf mehr als 1000mal verſtärken. Die geringſte Entfernung, die zwiſchen dem gemeinen Feuer oder dem Lichte und den Körpern ſtatt findet, worauf ſie wirken, vermindert nicht allein die Wirkung, ſondern kann ſie auch ganz und gar verhindern, und das Glas, ſo dünn es auch iſt, iſt doch im Stande, die erſtaunliche Wirkung der Electrizität zu unterbrechen. Dieß ſind die Punkte, worin dieſe drey verſchiedenen Arten des Feuerſtoffs von einander verſchieden ſind.

Man hat ſich daher nicht zu verwundern, daß das elektriſche Feuer von allen Phyſikern beynahe für das kräftigſte Wirkungsmittel der Natur angeſehen wird. Vielleicht iſt es auch das Feuer ſelbſt, ſo wie das Licht, das keiner Nahrung und keiner Lebensluft um ſich zu entzünden bedarf.

Lange waren die Phyſiker darin einig, daß das electriſche Feuer im leeren Raume ſehr leuchte, als auf einmal Herr Morveau dieß in Zweifel zog. Der Gegenſtand iſt einer ernſtlichen Betrachtung werth, und ich hoffe, den Leſern werde es nicht unangenehm ſeyn, hier die Reſultate meiner Unterſuchungen vorzufinden

Wir

Wir wollen mit den Erfahrungen den Anfang machen. Herr Briſſon erzählt eine ſehr ſchöne des Herrn Parcieux. Eine Leydner geladene Flaſche in einem leeren Raum geſetzt, entladet ſich von freyen Stücken. In der Dunkelheit ſieht man das electriſche Licht ſich von dem Orte, wo es am dichteſten iſt, zu einem Orte, wo es dünner iſt, bewegen. Dieſe Erfahrung, welche die Identität Eines Fluidums beweiſt und die Hypotheſe zweyer einander entgegengeſetzten Fluidorum umwirft, zeigt auch, daß die Electrizität ſich im leeren Raume frey verbreitet.

Herr Morgan *) nahm eine Röhre von einer Höhe von 15 Zollen und von ¼ Zoll ohngefähr Dicke. Er füllte ſie mit Queckſilber, jedoch mit der Vorſicht an, daß die Röhre ſehr warm und inwendig ſehr gerieben war, um alle Feuchtigkeit und Luft, die ſich noch darin befinden konnte, herauszutreiben, und daß das Queckſilber ganz kochend hinein geſchüttet und die Röhre völlig dadurch gefüllet wurde, damit nicht das geringſte Luftbläschen darin blieb. Er verſchloß hierauf die Oefnung mit dem Daumen, kehrte die Röhre um und ſetzte ſie in ein ebenfalls mit Queckſilber angefülltes Gefäß, damit, wenn er den Finger wegthäte, die innere Säule deſſelben von der umgebenden Luft erhalten würde. Er ſteckte hierauf die Röhre in den Scheitel einer gläſernen Glocke und verſchloß genau das Loch mit einer hinlänglichen Menge Leim, um der äußern Luft den Zutritt zu verwehren. Dieſen Apparat brachte er unter die Luftpumpe und pumpte die Luft heraus. Da auf dieſe Art der Druck der Luft aufgehoben war; ſo fiel das Queckſilber in Gefäße und brachte ſo die wahre Torricellianiſche Leere hervor. Alsdenn verband er den Scheitel, der mit einer Metallplatte bedeckten Röhre mit der electriſchen Kette

und

*) S. die Philoſophical transactions 1785. pag. 272.

und da behauptet er, nicht das geringſte Licht inwendig geſehen zu haben.

Ich bemerke hier zuerſt, daß, wenn man auch wirklich inwendig in der Röhre kein electriſches Licht wahrnimmt, man daraus doch nicht auf eine vollkommene Unzugänglichkeit des leeren Raums in Anſehung der Electrizität ſchließen kann; alles, was man daraus abnehmen könnte, wäre, daß die Bewegung des Fluidums ſo ſchnell iſt, daß ſie dem Auge unbemerkbar bleibt. Aus gleicher Urſache ſieht man bisweilen in einer gewiſſen Entfernung vom Punkte einer an der Kette befeſtigten Stange ein leuchtendes Flämmchen, das elektriſche Feuer bewegt ſich da von dem Punkte mit einer ſolchen Geſchwindigkeit, daß es unſichtbar bleibt, bis es ſich durch die Reſiſtenz der umgebenden Luft in viele leuchtende Theilchen theilt, die ſich insgeſammt wieder in einem einzigen Punkte vereinigen. Herr Morgan hätte daher beobachten müſſen, ob das Gefäß, worin ſich das Queckſilber befand, Zeichen der Electrizität gäbe, welches er durch eine gehörige Communication leicht hätte bewerkſtelligen können, und ob die Röhre zur Zeit des Verſuchs nicht noch zu heiß war.

Da ich in der Folge den Verſuch des Herrn Morgan mit aller nöthiger Vorſicht wiederholte; ſo ſah ich das electriſche Feuer im Innern der Röhre leuchten. Zwar wird dazu eine große Dunkelheit und ein gutes Auge erfordert, ſonſt iſt das Fluidum ſo ſubtil und ſo fein, daß auch der geſchickteſte Beobachter ſich dabey betrügen kann; aber vermittelſt dieſer beiden Bedingungen wird man, wenn man eine Metallſtange am Scheitel der Röhre angeleimt hat und den Verſuch auf die vorbeſchriebene Art anſtellt, das electriſche Licht längſt der Röhre ſich bewegen wahrnehmen, und wenn man die Hand nähert, ſieht man leuchtende Streifen, die Blitzen ſehr ähnlich ſind.

Wäre

Wäre alſo der leere Raum für das electriſche Fluidum unzugänglich, wie könnte es ſich in der Röhre ausbreiten? Müßte es ſich nicht vielmehr anhäufen, wie es immer der Fall zu ſeyn pflegt, wenn es in ſeinem Wege auf einen ihm widerſtehenden Körper trift?

Als ich vermittelſt Communicationen den electriſchen Funken in dem leeren Raume eines doppelten Barometers von der Höhe von 40 Zollen gehen ließ, deſſen beide Enden in kleine Gefäße geſtellt waren; ſo ſah ich oft in Geſellſchaft des P. Beccaria, daß er ſich bis zur höchſten Stelle der Krümmung bewegte und da ſein Licht gab.

Eben dieſelbe Wirkung erhält man, wenn man ſich einer großen Bouteille von Kryſtall mit ihrem Halſe bedient. Zieht man daraus die Luft aus, bringt ſie an eine electriſche Kette und führt nun die Hand ganz darum; ſo ſieht man das electriſche Feuer entſtehen, hin und wieder in der Bouteille ſchweben und das Bild der ſonderbarſten und hellſten Nordſcheine darſtellen. Es giebt aber außerdem noch viele andere Wege, im leeren Raume die Bewegung und das Licht der Electrizität zu zeigen. Dieſe Erfahrungen ſind mehr als zu zulänglich, um zu zeigen, daß die Electrizität ſich mit vollkommener Freyheit im leeren Raume bewege.

Es verbreitet ſich aber das electriſche Feuer nicht nur frey im leeren Raume, ſondern es bringt auch dieſelben Wirkungen beſtändig hervor. Ein ſtarker Funken, den man aus der Maſchine Franklins zog, und im leeren Raume durch ein zwiſchen zwey Kryſtallblättchen gelegtes Goldblättchen gehen ließ, ſchmolz dieſes völlig und druckte die gewöhnlichen Farben auf der Oberfläche der beiden Blättchen ſtark ab. La Metherie ſelbſt erzählt, ein Funke, der durch einen leeren Raum von

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

ohngefähr zwey Linien von Queckſilber durch einen in weiſſen Papier eingewickelten Goldfaden gegangen ſey, habe einige Theile in Dünſten aufgelöſt, indem er auf dem Papiere einen purpurfarbigen Streifen angetroffen habe. Er ſcheint dieß letztere Phänomen der wenigen Luft zuzuſchreiben, die bekanntlich in der Glocke der Luftpumpe zurückbleibt; aber in dieſem Falle würden die elektriſchen Erſcheinungen dieſer übriggebliebenen Menge Luft proportional ſeyn, und folglich würden die Wirkungen in einem leeren Raume von einer Linie ohngefähr 772mal geringer ſeyn, welches doch der Erfahrung widerſpricht.

An den Enden einer mit Waſſer angefüllten Röhre, wovon eins völlig verſchloſſen, das andere aber ins Waſſer geht und offen iſt, bringt man zwey Goldfaden dergeſtalt an, daß zwiſchen ihnen eine Diſtanz von ohngefähr zwey Linien nach dem verſchloſſenen Ende zu ſtatt findet. Auf dieſe Art erweckt man heftige electriſche Ausladungen, und bey der Exploſion jedes Funkens macht ſich ein kleines Luftbläschen los. Dieſe Bläschen erheben ſich nach und nach, um im obern Theile der Röhre ſich auszubreiten. Läßt man unter dieſen Umſtänden durch dieſe Luft eine ſtarke Ausladung gehen; ſo entzündet ſie ſich, das Waſſer wird kochend und die Röhre füllt ſich damit an.

Aus dieſer Erfahrung glaube ich zwey Schlüſſe ziehen zu können, 1) daß der electriſche Funken keiner Luft bedarf, um ſeine völlige Wirkung zu zeigen; 2) daß die Electrizität keine brennbare Luft, oder Lebensluft iſt, wie Herr de la Metherie glaubt, und daß ſie nicht ein Zuſammengeſetztes aus inflammabler Luft und Lebensluft iſt; denn keine dieſer beiden entzündet ſich ohne die andere, und beide zugleich entzünden ſich nicht, wenn

ſie

ſie nicht von der Flamme oder von einem Funken berührt werden.

In der eben angeführten Erfahrung bewirkt der Funke eben das von ſelbſt, was man mit der größten Kraft des Feuers kaum auszurichten im Stande iſt, verbindet, bey der größten Wirkung, Metalle mit einander; und man darf ſich nicht darüber wundern, daß man noch zur Zeit nicht den geringſten Grad von Hitze bey der Wirkung wahrgenommen hat, wenn man nur auf die Schnelligkeit der Bewegung ſieht.

Es iſt heut zu Tage keinem Zweifel mehr unterworfen, daß man auch der Electrizität dasjenige phosphoriſche Licht zuzuſchreiben hat, welches ſich zeigt, wenn man den Zucker in der Dunkelheit zerſtückt. Neue Erfahrungen haben auch gezeigt, daß es ſich noch mehr aus Metallen durch das Reiben entwickelt.

Prieſtley hat bewieſen, daß eine groſſe Menge electriſcher Funken die Luft zu Unterhaltung der Flamme untauglich machen, und daß Thiere darin nicht athmen können. Aber kann man daraus ſchließen, daß der Funke eine Verbrennung iſt? Das Licht, das von einem Brennſpiegel abgeworfen wird, greift die verbrennlichen Körper, die ſich im Brennpunkte befinden, an, aber hieraus folgt nicht, daß dieſes Licht ſelbſt eine Verbrennung ſey, es erweckt dieſe nur.

Auch bringt der electriſche Funke eine Art von Veränderung in dem Theile der Lebensluft hervor, der in der Atmoſphäre ſich befindet, und vielleicht bringt er ſie auf den Zuſtand der fixen Luft; denn in Anſehung der Wirkung der Electricität auf die Lebensluft werden noch viele Erfahrungen erfordert, die man noch nicht einmal verſucht hat, um ſie mit den Wirkungen auf das Verbrennen und Athemholen vergleichen zu können; indem, da ſie

ſich nicht von ſelbſt entzünden kann, man die Art nicht zu beſtimmen im Stande iſt, wie ſie durch die Wirkung des Funkens verändert wird.

Sammelt man endlich alle Entdeckungen der Phyſiker, um eine gehörige Vergleichung anzuſtellen; ſo kann man mit dem unſterblichen Börhave annehmen, daß der Feuerſtoff nicht anders als ein und daſſelbe Fluidum ſey, und daß die verſchiedenen Arten, worunter er ſich zeigt, nur von den den Körpern analogen Modificationen, worauf er wirkt, und der verſchiedenen Art der Entwickelung dabey abhängen. Vielleicht iſt das electriſche Feuer nichts anders, als das reinſte Feuer, das Elementarfeuer.

8.

Digitized by Google

8.

Ueber des Herrn de Sauſſûre Diaphanometer,

von

Herrn Dr. Fr. Wilh. Aug. Murhard,
zu Göttingen.

Dieß Inſtrument, das Herr von Sauſſûre zuerſt in den Mémoires de l'Acad, Roy. des ſciences, à Turin. Tom. IV. beſchrieben hat, hat einige Aehnlichkeit mit dem Kyanometer, ſowohl in Anſehung der Beſtimmung, als der Conſtruction. Aber es findet dabey der Hauptunterſchied ſtatt, daß der Kyanometer die ganze Wirkung der Dünſte und der in der Atmoſphäre vom Auge des Beobachters bis zu den letzten Gränzeu ſeines Geſichts ausgetheilten Ausdünſtungen angiebt; dahingegen der Diaphanometer dazu beſtimmt iſt, die Größe dieſer Ausdünſtungen, die ſich in einem begränzten Theile der uns umgebenden Luft befindet, anzuzeigen.

Das Maas der Durchſichtigkei des Herrn de Sauſſûre gründet ſich auf die Verhältniſſe der Diſtanzen, worin beſtimmte Objekte aufhören ſichtbar zu ſeyn, und es kam darauf an, Objekte zu finden, deren Verſchwinden in einer gewiſſen Entfernung mit der möglichſt größten Genauigkeit beſtimmt werden könnte. Hier fand ſich nun, daß der Augenblick der Verſchwindung weit genauer bemerkt werden kann, wenn man

 ein

ein ſchwarzes Objekt auf einen weißen Grund, als ein weißes Objekt auf einen ſchwarzen Grund ſetzt; daß die Genauigkeit größer war, wenn die Beobachtung in der Sonne als im Schatten geſchah, und daß man einen noch größern Grad der Genauigkeit erhält, wenn der weiße den ſchwarzen Zirkel umgebende Raum ſelbſt durch einen Zirkel oder Grund von einer dunkeln Farbe umgeben ſey. Dieſer letzte Umſtand war beſonders merkwürdig, und eine ganz neue Beobachtung.

Befeſtigt man nämlich in der Mitte eines großen Blatts Papier oder Pappe, das aber völlig weiß ſeyn muß, einen ganz ſchwarz gefärbten Zirkel, deſſen Diameter ohngefähr 2 Linien iſt und ſetzt man der Sonne, oder wenigſtens dem hellen Tage, dieſes Papier und dieſen Zirkel aus, nähert ſich ihm in einer Entfernung von 3 oder 4 Fuß und entfernt ſich nun nach und nach, indem man ſtets die Augen feſt auf den ſchwarzen Zirkel gerichtet hält; ſo wird dieſer Zirkel an Größe immer mehr abzunehmen ſcheinen, jemehr man ſich davon entfernt, und in einer Entfernung von 33 bis 34 Fuß z. B. wird er als ein Punkt erſcheinen. Fährt man aber fort, ſich davon zu entfernen; ſo wird man ihn von neuen ſich erweitern ſehn, und er wird eine Art von Wolke zu bilden ſcheinen, deſſen Nüance nach der Circumferenz zu immer mehr und mehr abnimmt. Dieſe Wolke wird ſich immer zu erweitern ſcheinen, je mehr man ſich entfernt, aber endlich auch ganz und gar verſchwinden. Den Moment dieſes Verſchwindens aber kann man gar nicht genau angeben, und jemehr Verſuche man darüber anſtellte, deſto mehr waren die Reſultate derſelben verſchieden. Dieß iſt eine völlig wahre Beobachtung, und ich ſelbſt habe hierüber unter einerley Umſtänden eine ganze Reihe von Verſuchen angeſtellt, und bin nur dadurch von der Wahrheit des obigen Satzes deſto mehr überzeugt worden.

Herr

Herr de Sauſſüre dachte lange darüber nach, wie er dieſem Uebel abhelfen könnte, er ſah ein, daß, ſo lange dieſe Wolke ſtatt fände, man hier nie etwas genaues erlangen könne, und er erkannte, daß ſie nur in Vergleichung mit dem weißen der vom ſchwarzen Zirkel am meiſten entfernten Theile erſchiene. Hieraus ſchloß er, daß, wenn man nur nahe an dieſem Zirkel den Grund weiß ließ und mit einer dunkeln Farbe die Theile der Pappe, die davon entfernt ſind, bedeckte, die Wolke nicht mehr, oder wenigſtens beynah nicht mehr ſichtbar ſeyn würde.

Die Erfahrung beſtätigte auch dieſe Vermuthung, und Herr de Sauſſüre ließ daher nur einen Raum um den ſchwarzen Zirkel weiß, der deſſen Diameter gleich war, und ſetzte einen Zirkel von ſchwarzen Papier von einer Linie im Durchmeſſer in die Mitte eines weißen Zirkels von 3 Linien im Durchmeſſer, ſo daß der ſchwarze Zirkel nur von einem weißen Kranze umgeben iſt, der eine Linie überall breit iſt. Alles war auf einem grünen Grunde geleimt. Das Grüne wurde deswegen gewählt, weil es dunkel genug iſt, die Wolke zum Verſchwinden zu bringen und am leichteſten zu haben iſt.

Die ſchwarzen auf dieſe Art mit weiß umgebenen Zirkel auf einem grünen Grund verſchwinden in einer viel kleinern Entfernung, als wenn ſie ſich auf einem weißen Grunde von einer ausgebreiteten Größe befinden.

Setzt man einen ganz ſchwarzen Zirkel von einer Linie im Durchmeſſer in der Mitte eines weißen Grundes geleimt einem ſehr hellen Tageslichte aus; ſo kann ich ihn noch in einer Entfernung von 44 oder 45 Fuß wahrnehmen; iſt aber eben dieſer Zirkel nur von einem weißen Kranz von einer Linie in der Breite umgeben, der übrige Theil des Grundes aber grün; ſo verliere ich

ihn ſchon in einer Entfernung von $15\frac{1}{2}$ Fuß aus dem Geſichte.

Nach dieſen Principien ſchnitt Herr de Sauſſüre eine Menge ſchwarzer Zirkel aus, deren Durchmeſſer nach einer geometriſchen Progreſſion wuchſen, deren Exponent $\frac{3}{2}$ iſt. Sein kleinſter Zirkel hatte $\frac{1}{5}$ oder 0,2 einer Linie, der zweyte 0,3, der dritte 0,45 und ſo fort bis zum ſechzehnten, der 87,527 Linien, oder ohngefähr 7 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linien zum Durchmeſſer hatte.

Jeder dieſer Zirkel iſt mit einem weißen Kranz umgeben, deſſen Breite dem Durchmeſſer des Zirkels gleich iſt, und alle ſind auf grünen Gründen aufgeleimt.

Herr de Sauſſüre wählte einen Weg in einer geraden Linie, oder eine Ebene von 12 oder 1500 Fuß im Umfange, die gegen Norden durch Bäume oder eine herabgehende Wieſe begränzt war, zur Anſtellung ſeiner Verſuche.

Noch hat man aber folgendes ſich dabey zu merken nöthig. Wenn man zurückgeht, ſieht man mit dem Auge beſtändig feſt auf die Pappe, dadurch ermüdet das Auge aber und hört zu bald auf, den Zirkel zu ſehen. Sobald man daher aufhört ihn zu unterſcheiden; ſo muß man ſeine Augen ausruhen laſſen, ja aber nicht, indem man ſie verſchließt, denn das Tageslicht würde da die Augen blenden, wenn man ſie wieder eröfnet, ſondern indem man ſie langſam nach den weniger erleuchteten Gegenſtänden, welche ſich am Horizonte darbieten, hinwendet. Hat man dieß ohngefähr eine halbe Minute lang gethan, und man richtet nun von neuen ſeine Augen auf die Pappe; ſo wird man den Zirkel wiederum ſehen und man entfernt ſich ſo lange, bis er wiederum verſchwindet. Alsdenn ruht man ſeine Augen von neuen aus und ſetzt ſie dadurch in den Stand, den Zirkel wieder von neuen

zu

zu ſehen u. ſ. w., bis er endlich wirklich fürs Auge verſchwindet.

Will man eine genaue Ausdrückung des Mangels an Durchſichtigkeit finden; ſo muß man einer Menge Zirkel ſich bedienen, deren Durchmeſſer nach einer gewiſſen beſtimmten Progreſſion wachſen, und die Vergleichung der Diſtanzen, worin ſie verſchwinden, wird das Geſetz angeben, wornach die Durchſichtigkeit der Luft in verſchiedenen Entfernungen abnimmt. Will man aber nur die Durchſichtigkeit der Luft in zwey Tagen, oder an zwey verſchiedenen Orten, mit einander vergleichen, ſo hat man mit zwey Zirkeln zur Beobachtung genug.

Nach dieſen Grundſätzen ließ Sauſſüre ein Quadrat von weißen leinen Tuch machen von 8 Fuß; in der Mitte dieſes Quadrats ließ er einen vollkommnen Zirkel von zwey Fuß im Durchmeſſer von ſchöner mattſchwarzer Wolle aufnähen; um dieſen Zirkel ließ er eine weiße Zone von 2 Fuß in der Breite gehen, und das übrige des Quadrats ließ er mit einem matten Grün bedecken.

Auf gleiche Art und aus gleichen Stoffen verfertigte er ein anderes Quadrat, das aber $\frac{1}{12}$ des vorhergehenden war, ſo daß alſo das Quadrat = 8 Zollen iſt, der ſchwarze Zirkel, der die Mitte deſſelben einnimmt, 2 Zoll im Durchmeſſer hat, und der weiße Raum um dieſen Zirkel ebenfalls = 2 Zoll iſt.

Hängt man nun dieſe beiden Quadrate vertikal und einander parallel auf, ſo daß beide gleich ſtark von die Sonne beſchienen werden, ſo müßte, wenn in dem Augenblick, worin man den Verſuch anſtellt, die Luft völlig durchſichtig wäre, der Zirkel des großen Quadrats, der zwölfmal größer iſt, als der des kleinen, auch in einer zwölfmal größern Entfernung noch ſichtbar ſeyn.

Bey Herr de Sauſſüre verſchwand der kleine Zirkel in einer Entfernung von 314 Fuß und der große in einer Entfernung von 3588 Fuß, anſtatt daß er in einer Entfernung von 3768 Fuß hätte verſchwinden müſſen. Die Luft war alſo nicht vollkommen durchſichtig. Dieß kam von geringen Dünſten her, die in der Luft gerade damals ſchwebten.

Es iſt ſehr intereſſant das Geſetz zu kennen, nach welchem die Deutlichkeit, womit man ein Objekt ſieht, abnimmt, wenn man entweder den Mangel der Durchſichtigkeit des Mediums, oder die Dicke der Schichte des Mediums, durch das man den Gegenſtand ſieht, vermehrt. Lambert hat zwar über die Verminderung der Größe des Lichts bey deſſen Propagation über ein unvollkommen durchſichtiges Medium viele ſcharfſinnige Unterſuchungen in ſeiner Photometrie angeſtellt, aber Herr de Sauſſüre iſt der erſte, der die Verminderung der Deutlichkeit, womit man ein Objekt in verſchiedenen Entfernungen durch eben ſo ein Medium ſieht, betrachtet hat.

9.

Digitized by Google

9.

Zweytes Schreiben
des
Herrn Alexander Volta
an den Herausgeber,
über
die ſogenannte thieriſche Electrizität.

Die in meinem letzten Briefe *) angegebenen Arten von Verbindungen von verſchiedentlich gearteten Leitern, laſſen ſich durch Zeichnungen deutlicher machen, die ich deshalb hier beyfüge. (M. ſ. Taf. II). Die größern Buchſtaben deuten die verſchiedenen Leiter oder Erreger (Moteurs) der erſtern Klaſſe, und die kleinern die der zweyten Klaſſe an. Fig. 1. und 2. drücken die beiden in meinem vorigen Briefe ſchon angegebenen Fälle aus.

Ich halte es für überflüßig, Ihnen hier bemerklich zu machen, daß, wenn der Kreis bloß von zwey Arten der Leiter, ſo verſchieden ſie auch ſind, und ſo vielfach auch die Anzahl der Stücke ſey, woraus jeder beſteht, zuſammengeſetzt iſt, (wie Fig. 3, 4, 5 und 6) zwey gleiche Kräfte ſich einander entgegengeſetzt befinden, d. h., daß das electriſche Fluidum nach zwey entgegen-

*) Man ſ. B. III. S. 479. ff. Der gegenwärtige Brief iſt als Fortſetzung des vorigen zu betrachten, der damit im genauen Zuſammenhange ſteht. G.

Digitized by Google

gegengeſetzten Richtungen gleich ſtark getrieben werde, und daß ſich folglich kein Strom weder von der Rechten zur Linken, noch umgekehrt, bilden könne, der im Stande wäre, Convulſionen zu erregen.

Es gibt aber andere Fälle, andere Verbindungen, wo die Kräfte ſich gleichermaßen im Gleichgewicht ſind, und wo alſo auch kein electriſcher Strom ſtatt findet, wenigſtens kein ſolcher, der auf die zarteſten Nerven Eindruck machen, oder in dem aufs vortheilhafteſte präparirten Froſche, der ſich in dem Kreiſe befindet, Erſchütterung erregen könnte, ohngeachtet der Dazwiſchenkunft zweyer oder mehrerer verſchiedener Metalle. Dieß iſt der Fall, wenn jedes dieſer Metalle ſich zwiſchen zwey feuchten Leitern, oder denen der zweyten Klaſſe, und die ſehr nahe von einerley Art ſind, befindet, wie Fig. 7.; oder wenn auch in dem Kreiſe aus drey Stücken zwey derſelben von einerley Metall, und eins von einem andern Metalle iſt, die ſo verbunden ſind, daß ſich dieſes unmittelbar zwiſchen jenen befinde, wie Fig. 8.

Wenn das mittlere Metallſtück A unmittelbar mit einem Ende an eines von den beiden Stücken Z applicirt iſt, aber mit dem andern Ende nicht unmittelbar das andere Stück Z, ſondern einen dazwiſchen liegenden Leiter in der zweyten Klaſſe, groß oder klein, (ſey's auch nur ein Waſſertropfen, ein Stückchen rohes oder gekochtes Fleiſch, Pilz, der nicht feucht iſt, Kleber von Mehl, Gallerte, Seife, Käſe, Eyweiß, ſelbſt hartgekochtes) berührt; dann ſind bey dieſer neuen Verbindung, die Fig. 9. vorgeſtellt iſt, (wo ein Leiter der zweyten Klaſſe m ſich zwiſchen zweyen der erſtern Klaſſe A nnd Z befindet), die Kräfte nicht mehr einander entgegengeſetzt, und dieß iſt hinreichend, den elektriſchen Strom zu beſtimmen. Wenn alſo g (Fig. 9.) ein prä-

parirter

Digitized by Google

parirter Froſch iſt, ſo wird er jedesmal heftig erſchüttert, ſo oft man dieſen Kreis vollſtändig macht.

Sie werden leicht gewahr werden, daß die beiden letztern, durch Fig. 8. und 9 angezeigten Verſuche mit den von Herrn von Humboldt bekannt gemachten übereinkommen, wo ein Tropfen Waſſer, ein klein Stückchen friſches Fleiſch, ſelbſt eine ganz dünne Schicht von irgend einer Feuchtigkeit, die ganze Zauberey macht; Erfahrungen, die er in ſeinem Briefe an Herrn Blumenbach vom Jun. 1795 beſchrieben hat, und die ſich in Ihrem neuen Journal der Phyſik Th. II. S. 115. finden, Erfahrungen, die ich aus meinen Principien abgeleitet, auf tauſenderley Art verändert hatte, und womit ich ſchon ſeit Jahren vertraut bin.

Wenn man einen andern Waſſertropfen, oder irgend einen wäſſerigen Leiter zwiſchen das andere Ende von A und das andere correſpondirende Stück Z bringt, (wie Fig. 10 zeigt), ſo iſt denn jedes Metallſtück iſolirt, ich will ſagen, zwiſchen zwey wäſſerigen Leitern; dann ſind abermals die Kräfte von der Rechten zur Linken, und von der Linken zur Rechten, durchaus wieder entgegengeſetzt, folglich wird der electriſche Strom verhindert, und der Froſch bleibt ſolchergeſtalt unbewegt.

Es iſt alſo ſchlechterdings nöthig, daß zwey verſchiedene Metalle oder Leiter der erſten Klaſſe unmittelbar mit einander auf der einen Seite in Berührung ſind, während ſie mit ihren gegenüber ſtehenden Enden Leiter der zweyten Klaſſe berühren.

Man könnte dieſen wechſelſeitigen Contact zweyer verſchiedener Metalle als die unmittelbare Urſach anſehen, welche das electriſche Fluidum in Bewegung ſetzt, anſtatt dieß Vermögen den beiden Berührungen der beſagten Metalle mit den feuchten Leitern zuzuſchreiben: man

man könnte z. B. in der 1. Figur anſtatt zwey verſchiedene Actionen, wenigſtens in Anſehung der Größe der Kraft, eine bey Berührung des A mit a, die andere bey Berührung des Z mit eben dieſem a, anzunehmen, wodurch ein electriſcher Strom in der Richtung von Z zu A entſpringt, man könnte, ſage ich, nur Eine Action bey den Berührungspunkten von A mit Z vorausſetzen, die das Fluidum in eben dieſer Richtung triebe. Das Reſultat iſt, wie man leicht einſieht, einerley in beiden Vorausſetzungen. Ob ich aber gleich Urſachen habe, im Grunde eher die erſtere, als die zweyte, für wahr anzunehmen, ſo ſtellt doch dieſe die Sache einfacher dar, und kann daher ſehr gut dienen, ſich bey den Erklärungen an ſie zu halten, da ſie eine ſchnellere Ueberſicht gewährt. Man könnte dann ſagen, daß in den Fällen von Fig. 3, 4, 5, 6, 7 und 10 keine Wirkung deshalb ſtatt findet, weil hier keine wechſelſeitige Berührung verſchiedener Metalle iſt; daß die Wirkung auch nach Fig. 8. null iſt, weil A an zwey entgegen geſetzten Seiten Z und Z berührt, und die Actionen alſo im Gleichgewichte ſind; daß endlich der electriſche Strom veranlaßt wird, in Fig. 9. durch die Action, die aus der Berührung von A und Z entſpringt, und der durch keinen andern ähnlichen Contact entgegen gewirkt wird *).

Nachdem wir alſo geſehen haben, was bey der Anwendung dreyer Metallſtücke, oder Leiter der erſten Klaſſe, nämlich zweyer von einerley Art und einem davon verſchiedenen, der Erfolg ſey, wenn ſie bald auf die eine, bald auf die andere Weiſe mit Leitern der zweyten Klaſſe verbunden werden, ſo wollen wir nun prüfen, was meinen Principien nach mit vier Metallſtücken erfolgen muß, von denen zweye von einerley Art, z. B. Zink, ſind, wenn man ihre Verbindungen mit feuchten Leitern auf verſchiedene Art unternimmt.

Ich

*) S. Beylage.

Ich würde voraus ſagen, daß, wenn man ſie zu einem Kreiſe, wie Fig. 11., verbindet, die Kräfte, welche das electriſche Fluidum in Strömung zu ſetzen ſtreben, ſich entgegen geſetzt und vollkommen im Gleichgewicht ſeyn würden, und folglich nichts am Froſche erfolgen müßte, den ich als einen der feuchten Leiter a, oder als Theil deſſelben hierbey annehme, ſo erregbar und gut präparirt er auch ſonſt ſeyn mag; und wird der Verſuch mit Genauigkeit und der nöthigen Vorſicht gemacht, ſo, daß beſonders die Metalle, an den Berührungsſtellen recht trocken und rein ſind, ſo beſtätigt er auch die Vorherſagung völlig; der Froſch erleidet keine Erſchütterung, keine convulſiviſche Bewegung.

Dieſe Bewegungen haben im Gegentheil ſtatt, wie ich es meinen Grundſätzen gemäß vorherſehen würde, ſo oft ich eines von den Mittelſtücken weglaſſe, oder die Ordnung ändere.

Die Leiter der zweyten Klaſſe, die in allen Figuren durch kleine Buchſtaben angezeigt ſind, können Taſſen mit Waſſer ſeyn, worin die Metallſtreifen, die durch große Buchſtaben angezeigt werden, getaucht ſind; Schwämme, oder andere mit wäſſeriger Feuchtigkeit getränkte Körper; können groß oder klein ſeyn, aus einem oder mehrere Stücke beſtehen, wenn ſie nur gehörig in Berührung ſind; es können Perſonen ſeyn, wenn nur ihre Haut an den Stellen der Berührung feucht genug iſt, u. ſ. w. Auf die letztere Art werden die Verſuche ſehr ſchön und unterhaltend, wenn man nämlich den Kreis aus drey oder mehrern Perſonen, (ich habe ihn oft aus zehn und mehrern gemacht), aus zwey oder mehrern Fröſchen, die gehörig präparirt ſind, und aus vier Metallſtücken, zweyen von Silber, und zweyen von Eiſen, Zinn, und beſonders von Zink, macht. Die

Ver-

Veränderung der Wirkung, wenn man die Verbindungen ändert, iſt frappant.

Es ſey alſo die Stellung, wie Fig. 12, wo g der präparirte Froſch iſt, der an der einen Seite bey den Füßen, an der andern beym Rumpfe von den Händen der beiden Perſonen p, p gehalten wird. Z, Z ſind zwey Bleche von Zink, die von eben dieſen Perſonen gehalten werden, und A, A zwey Stücke Silber, die von einer dritten Perſon, die auch durch p bezeichnet iſt, gehalten werden. Man vergeſſe hierbey nicht, daß die Hände recht feucht ſeyn müſſen, da die trockene Haut kein hinlänglich guter Leiter iſt. Da bey dieſer Kette die Actionen der electriſchen Erreger ſich einander entgegengeſetzt und genau im Gleichgewichte ſind, wie man leicht einſehen kann, ſo findet auch keine Erſchütterung, keine Convulſion im Froſche ſtatt.

Man laſſe nun das eine von den Metallpaaren A Z, das ſich zwiſchen den zweyen Perſonen p, p, oder zwiſchen irgend andern feuchten Leitern befindet, in Verbindung, wie es iſt, und kehre die Stellung der beiden andern Metallſtücke A Z um, indem man die 12. Fig. in Fig. 13 verwandelt, (wodurch nun die Actionen, anſtatt ſich entgegengeſetzt zu ſeyn, zuſammenwirken, das electriſche Fluidum nach Einer Seite zu treiben, oder einen und denſelben Strom zuwege zu bringen); oder man bringe zwiſchen A und Z eine andere Perſon, oder irgend einen Leiter der zweyten Klaſſe, ſo, daß die Kette ſo wird, wie in Fig. 14; oder noch anders, man nehme in Fig. 12 eines von den Stücken A, Z, weg, und mache dadurch die Kette ſo, wie Fig. 15 und 16; oder endlich, man nehme das ganze Paar A Z weg, entweder auf der einen oder der andern Seite, wie es Fig. 17 vorſtellt, (wodurch es endlich mit Fig. 1 übereinkömmt, indem man die ganze Kette p, g, p, p, als einen einzigen

gen feuchten Leiter oder der zweyten Klaſſe anſehen können): in allen dieſen Combinationen, die Sie durch Fig. 13, 14, 15, 16 und 17 ausgedrückt finden, ſind ſich die Actionen, die durch die metalliſchen Berührungen entſpringen, nicht mehr einander entgegengeſetzt oder im Gleichgewichte, wie ſie es Fig. 12. waren; folglich entſteht ein electriſcher Strom, und der Froſch g, den ich gehörig präparirt vorausſetze, in der Kette, wird jedesmal erſchüttert werden, ſo oft der an irgend einer Stelle unterbrochene Kreis, beſonders zwiſchen Metall und Metall, wieder hergeſtellt wird.

Was den Verſuch betrift, wo man zwiſchen das Paar A Z, d. h., zwiſchen die beiden verſchiedenen Metalle einen feuchten Leiter oder einen der zweyten Klaſſe (Fig. 14.) bringt, ſo iſt, wie ich ſchon bey Gelegenheit der 9. Figur bemerklich gemacht habe, dazu ein Waſſertropfen, ein kleines Stück feuchter Schwamm, eine ſchwache Schicht von irgend einer Flüſſigkeit, Seife, oder irgend einer visköſen Materie, hinreichend. Dieſen überraſchenden Verſuch mache ich gewöhnlich ſo, daß ich ſtatt des Silberſtücks eine Taſſe oder einen Löffel anwende, worin Waſſer iſt, und den, welcher die recht trockene und reine Zinkſtange hält, mit dieſer Stange bald die ebenfalls recht trockenen Wände des Löffels oder der Taſſe, bald das darin enthaltene Waſſer berühren laſſe: es iſt bewundernswürdig, zu ſehen, daß, ſo wie auf die letztere Weiſe die lebhafte Erſchütterung des Froſches niemals unterbleibt, die erſtere Art, die mit Fig. 12 übereinkömmt, nicht die mindeſte Erregung zuwege bringt, vorausgeſetzt, daß nicht ein kleiner Waſſertropfen, oder eine dünne Schicht Feuchtigkeit an der Stelle der Berührung ſey, wodurch der Fall der 14. Figur hergeſtellt werden würde. Dieß wird Sie belehren, mit welcher Aufmerkſamkeit und mit welcher Sorgfalt

dieſe Verſuche angeſtellet werden müſſen, um Irrthümer und Täuſchungen, die ſo leicht entſtehen können, und übrigens überall Anomalien ſehen laſſen könnten, zu vermeiden.

Wenn ich Waſſer oder irgend einen feuchten Körper, groß oder klein, nicht bloß zwiſchen das eine Metall-Paar A, Z, wie Fig. 14 bringe, ſondern zwiſchen beide Paare, wie es Fig. 18 vorſtellt, ſo iſt nun jedes Metallſtück zwiſchen ähnlichen feuchten Leitern, und dadurch werden alle Actionen wieder entgegengeſetzt und ins völlige Gleichgewicht gebracht; oder nach der andern Art, die Sache anzuſehen, es giebt keine Action mehr, aus Mangel der wechſelſeitigen Berührung zweyer verſchiedener Metalle, die, wie wir geſehen haben, ſchlechterdings nothwendig iſt, um den electriſchen Strom zu erregen; und wir ſehen abermals, daß der Froſch keinesweges erſchüttert wird.

Ich breite mich nicht weiter über ähnliche Combinationen aus, die man mit einer größern Anzahl Metallſtücke ins Unendliche abändern kann; und wobey man leicht im Stande ſeyn wird, die Erſcheinungen voraus zu ſagen, die man nach einer genauen Prüfung, meinen aufgeſtellten Grundſätzen gemäß, immer finden kann. Es iſt für gegenwärtig hinreichend, den Schluß zu machen, daß in einem bloß aus zwey Leitern beſtehenden Kreiſe, ſo verſchieden ſie auch ſeyn mögen, die wechſelſeitigen Berührungen derſelben keinen electriſchen Strom erregen können, der vermögend wäre, Empfindung oder Muskelbewegung zu erregen; und daß im Gegentheile dieſe Wirkung unausbleiblich jedesmal erfolgt, ſo oft drey Leiter, einer von der einen, und zwey unter ſich verſchiedene von einer andern Klaſſe, die wechſelſeitig mit einander in Berührung kommen, die Kette bilden; und daß dieſe Wirkung um ſo ſtärker iſt, je mehr dieſe letztern ver-

verſchieden ſind; daß in den andern Fällen, wo mehr als drey verſchiedne Leiter ſtatt finden, die Wirkung entweder gar nicht erfolgt, oder in dieſem und jenem Grade, je nachdem durch die verſchiedenen Verbindungen die Kräfte, die ſich bey jeder heterogenen Berührung entwickeln, und die öfters im Gegenſatze ſind, und das electriſche Fluidum nach entgegengeſetzten Richtungen zu gehen ſtreben, je nachdem, ſage ich, dieſe Kräfte vollkommen mit einander im Gleichgewichte ſind, (welches ein ſehr ſeltener Fall ſeyn muß), oder die Summe derer, die nach einerley Richtung ſtreben, mehr oder weniger von der Summe derer, die nach einer andern Richtung gehn, übertroffen wird.

Wir wollen hier indeſſen die zu ſehr verwickelten Combinationen bey Seite laſſen, und zu den einfachern Fällen, die eben dadurch demonſtrativer ſind, zu denen mit drey verſchiedenen Leitern zurückgehen, die durch Fig. 1. dargeſtellt ſind, nämlich zu denen mit zwey verſchiedenen Metallen oder Leitern der erſten Klaſſe, die ſich unter einander berühren, und mit ihren andern Seiten an feuchte Leiter, oder an Leiter der zweyten Klaſſe applicirt ſind. Dieſe Methode hat man ſeit der Entdeckung Galvani's gewöhnlich angewendet, und ſie ſteht gerade mit der Verſchiedenheit der Metalle, von der ich das ganze Spiel abhängen laſſe, im Verhältniß.

Die andere Art der Verbindung, die durch Fig. 2. ausgedrückt iſt, nämlich aus Einem Metalle, das ſich zwiſchen zweyen verſchiedenen feuchten Leitern befindet, z. B. zwiſchen Waſſer auf der einen Seite, und einer wäſſerigen, ſeifenartigen, oder ſalzigen Flüſſigkeit auf der andern, habe ich erſt ſeit dem Herbſt 1794 entdeckt und gehörig beſtimmt. Ob ich gleich ſeit dieſer Zeit die ſehr abgeänderten Verſuche mehrern Perſonen, ſowohl Inländern als Ausländern gezeigt habe, unter denen

Digitized by Google

ſich auch Herr von *Humboldt* befand, der von einigen auch in ſeinem zweyten Briefe an Herrn *Blumenbach* vom 26ſten Auguſt 1795, im II. B. S. 471. Ihres neuen Journals, Nachricht gab; und ob ich gleich mehrern meiner Correſpondenten davon ſchrieb, und zu gleicher Zeit einige Briefe herausgab, worin die Sache deutlich bekannt gemacht iſt; ſo habe ich doch dieſen neuen Gegenſtand noch nicht ſo ins Licht geſetzt, als er es verdient. Dieß iſt aber mein Entſchluß, den ich bey mehrerer Muße ausführen werde.

Die ſonderbare Erfahrung, von der ich Ihnen in meinem erſten Briefe Nachricht gab, in Anſehung des ſauren Geſchmacks bey Berührung einer alkaliſchen Flüſſigkeit mit der Zunge, gehört, wie Sie ſehen, zu dieſer *zweyten Art*, das electriſche Fluidum zu ſollicitiren und in Circulation zu ſetzen (indem die zinnerne Taſſe von außen durch die mit Waſſer benetzte Hand, und von innen durch die alkaliſche Flüſſigkeit berührt wird); und zeigt, daß dieſer Strom nicht minder ſtark und thätig iſt, als der durch die *erſte Art* erregte, nämlich durch Anwendung zweyer, hinlänglich gut ausgewählter Metalle, als Bley und Kupfer, Eiſen und Silber, Zink und Zinn. Ich muß hier noch zuſetzen, daß, wenn man mit Zinn allein, das zwiſchen Waſſer und einer alkaliſchen Flüſſigkeit iſt, beynahe die Wirkung erreicht, welche zwey der verſchiedenſten Metalle, wie Silber und Zink, die ſich zwiſchen irgend einem Leiter der zweyten Klaſſe befinden, hervorbringen, man ſie durchaus gleich erhalten und ſogar noch übertreffen kann mit Eiſen allein, oder mit Silber allein, wenn man das Eiſen zwiſchen Waſſer auf der einen, und Salpeterſäure auf der andern Seite, oder das Silber zwiſchen Waſſer und flüſſiger *Schwefelleber* bringt.

Meh-

Digitized by Google

Nehmen Sie auch einen Froſch, dem bloß der Kopf abgeſchnitten, und der dadurch getödtet iſt, daß man ihm eine Nadel in das Rückenmark ſteckt; tauchen Sie ihn, ohne ihn weiter zu präpariren, ohne ihn auszuwaiden, ohne ihm ſelbſt die Haut abzuziehen, in zwey Gläſer mit Waſſer, den Rumpf in das eine, die Schenkel in das andere, wie gewöhnlich: er wird heftig erſchüttert werden und ſich mit Lebhaftigkeit bewegen, ſobald Sie das Waſſer der beiden Gläſer durch einen Bogen aus zwey ſehr verſchiedenen Metallen, wie Silber und Zinn oder Bley, oder beſſer Silber und Zink, in leitende Verbindung ſetzen; aber es wird keinesweges geſchehen, wenn die beiden Metalle minder dem Vermögen nach verſchieden ſind, wie z. B. Gold und Silber, Silber und Kupfer, Kupfer und Eiſen, Zinn und Bley. Aber noch mehr! Die Wirkung wird ſehr gut bey dieſem ſo wenig präparirten Froſch ſtatt finden, wenn Sie in das Eine der beiden Gläſer das Ende eines Bogens von bloßem Zinke oder bloßem Zinne tauchen, und in das andere Glas das andere Ende eben dieſes Bogens, das Sie mit etwas Alkali beſtrichen haben. Noch beſſer machen Sie den Verſuch mit einem eiſernen Bogen, deſſen Eines Ende mit einem Tropfen, oder einer dünnen Schicht Salpeterſäure überzogen iſt; und noch beſſer und über alle Erwartung von Erfolg, wenn Sie einen ſilbernen Bogen nehmen, an deſſen einem Ende etwas Schwefelgewächsalkali hängt.

Die 19. Figur ſtellt Ihnen den Typus dieſes Verſuchs dar, wo g der Froſch iſt, a, a die beiden Gläſer mit Waſſer, A der Bogen eines einzigen Metalles, und m der Tropfen oder die dünne Schicht einer mukõſen, ſalzigten, u. dgl. Flüſſigkeit iſt, womit man den letztern beſtrichen hat, und der auf dieſer Seite zwiſchen dem Metalle und dem Waſſer iſt.

Die ſehr beträchtlichen Unterſchiede in Anſehung der Quantität der Wirkungen bey den erwähnten Verſuchen, zeigen Ihnen ſchon an, daß, wenn für ein gegebenes Metall der durch die Berührungen erregte electriſche Strom dann am ſtärkſten iſt, wenn ſich dieſes Metall zwiſchen einer gewiſſen Flüſſigkeit auf der einen, und einer gewiſſen Flüſſigkeit auf der andern Seite befindet, es für ein anderes Metall andere Flüſſigkeiten giebt, die am wirkſamſten ſind; ſo, daß man auf dem Wege der Erfahrung für jedes Metall eine beſondere Stufenleiter errichten muß, in welcher die Feuchtigkeiten oder die Leiter der zweyten Klaſſe nach ihrer Thätigkeit geordnet werden. Ich habe mich viel mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, und ſchon mehrere von dieſen Tafeln entworfen, die ich auch bekannt machen werde, ſobald ich ſie etwas mehr vervollkommnet haben werde. Um hier für Sie nur einiges anzumerken, führe ich an, daß ich, um die unzählbaren verſchiedenen feuchten Leiter dieſer Art einigermaßen zu claſſificiren, *wäſſerige*, *geiſtige*, *muköſe* und *glutinöſe*, *zuckerartige*, *ſeifenartige*, *ſalzigte*, *ſaure*, *alkaliſche*, *ſchwefelhaltige* (Schwefellebern) *Feuchtigkeiten* unterſcheide; daß ich bey den *Säuren* Unterabtheilungen mache, bis zu den einzelnen bekannteſten *Mineralſäuren* (indem ich, beſonders bey der Salpeterſäure und kochſalzigten Säure, in dieſer Hinſicht große Unterſchiede antreffe) und den vorzüglichſten *Gewächsſäuren*, die *Gallusſäure* einbegriffen; eben ſo auch bey den *ſalzigen* Flüſſigkeiten, je nachdem ſie Auflöſungen von Neutralſalzen, erdigen Salzen, und beſonders metalliſchen Salzen ſind.

Wenn man erſt beſtimmen kann, in welcher Ordnung alle dieſe Arten von Flüſſigkeiten in Anſehung des Vermögens, von welchem hier die Rede iſt, für das Metall A,

in

in welcher andern für das Metall B, u. ſ. w., auf einander folgen; dann iſt man auch im Stande, vorauszuſagen, welche Stelle eine große Anzahl anderer mehr heterogener Flüſſigkeiten, es ſeyn mineraliſche, oder vegetabiliſche, oder thieriſche, die zu mehrern der beſagten Klaſſen zugleich gehören, einnehmen müſſen. Ueberhaupt iſt die Ordnung, die für die mehreſten Metalle beobachtet worden iſt, folgende: 1) Reines Waſſer; 2) Waſſer mit Thon oder Kreide vermengt (was ſchon eine ziemlich verſchiedene Wirkung zeigt, wenn man den oben beſchriebenen Verſuch mit zwey Gläſern, mit einem Bogen von Zinn oder Zink, und mit einem vollſtändig präparirten Froſche, der genugſame Vitalität hat, anſtellt); 3) Zuckerwaſſer; 4) Alcohol; 5) Milch; 6) mucilaginöſe Flüſſigkeiten; 7) thieriſche glutinöſe Flüſſigkeiten; 8) Wein; 9) Eſſig und andere Säfte und vegetabiliſche Säuren; 10) Speichel; 11) Mukus der Naſe; 12) Blut; 13) Harn; 14) Salzwaſſer; 15) Seifenwaſſer; 16) Kalkmilch; 17) concentrirte mineraliſche Säuren; 18) ſtarke alkaliſche Lauge; 19) Oleum tartari und andere alkaliſche Flüſſigkeiten; 20) Schwefelleber.

Aber noch einmal, dieſe Ordnung gilt nicht durchaus für alle Metalle; ſie weicht beträchtlich ab, beſonders in Anſehung der Schwefelleber, der alkaliſchen Flüſſigkeiten, und der Salpeter- und Salzſäure.

Was die Metalle betrift, die in der Stellung zwiſchen dieſen verſchiedenen Flüſſigkeiten mehr oder weniger zur Hervorbringung der electriſchen Wirkung, von welcher hier die Rede iſt, geſchickt ſind; ſo habe ich im Allgemeinen gefunden, daß das Zinn alle andere übertrift; und daß das Silber allen andern nachſtehe, ausgenommen, wenn die eine von den Flüſſigkeiten, zwiſchen

Digitized by Google

denen ſich das Silberſtück befindet, *Waſſer* oder irgend ein wäſſeriger Leiter, und die andere *Schwefelleber* iſt; dann in dieſem Falle übertrift das Silber noch weit den Zink und ſogar das Zinn. Eben ſo thut auch das *Eiſen* mehr, als irgend ein anderes Metall, wenn es auf einer Seite mit bloßem *Waſſer*, oder einem wäſſerigen Leiter, und auf der andern mit *Salpeterſäure* in Berührung iſt, ſollte es auch nur ein Tropfen ſeyn. Die in dieſen beiden Fällen veranlaßte Erregung iſt bewundernswürdig, indem ſie, wie ich ſchon bemerkt habe, diejenigen übertrift, welche man nach der gewöhnlichen Art durch Hülfe eines doppelten metalliſchen Bogen, ſelbſt aus den verſchiedenſten Metallen, wie Zink und Silber, die man an Leiter der zweyten Klaſſe von einerley Art applicirt hat, hervorbringt. Sie iſt ſogar ſtark genug und fähig, in einem nur halb präparirten und nicht ausgewaideten Froſche Convulſionen zu bewirken, wenn der eine von den beiden feuchten Leitern eine concentrirte *alkaliſche* Auflöſung, und das dazwiſchen befindliche Metall *Zink*, oder noch beſſer *Zinn*, iſt. Mit den andern Metallen und den andern Flüſſigkeiten gelingt es ſelten, Convulſionen in dem Froſche zu erregen, wenn er nicht vollſtändig präparirt, und nicht wenigſtens ausgewaidet iſt.

Sie werden leicht einſehen, mein Herr, daß, wenn der Bogen eines und deſſelbigen Metalls mit ſeinen beiden Enden einerley geſalzenes Waſſer, einerley Säure, einerley alkaliſche Flüſſigkeit, u. ſ. w. berührt, der electriſche Strom nicht mehr ſtatt habe, als wenn er auf jeder Seite bloßes Waſſer berührt; in dieſem Falle ſind zwey entgegengeſetzte Actionen zugegen, die einander das Gleichgewicht halten. Damit aber dieſer Gegenſatz im vollkommenen Gleichgewichte ſey, iſt es nöthig, daß die an den beiden Enden des homogenen metalliſchen Bogens appli-

applicirte Flüſſigkeit völlig von einerley Art, und von einerley Stärke ſey. Eben deshalb wird die ſorgfältigſte Aufmerkſamkeit und eine gewiſſe Fertigkeit erfordert, um dieſe Verſuche gelingen zu machen, die ich oft zur großen Verwunderung der Zuſchauer gemacht habe, und die Sie, mein Herr, leicht zu wiederholen im Stande ſeyn werden, wie es unſer Freund *Humboldt* gethan hat. Er hat ſchon in ſeinem *zweyten Briefe* einige der frappanteſten und entſcheidenſten Verſuche, die ich ihm gewieſen hatte, angezeigt, und ich will ſie Ihnen hier etwas umſtändlicher beſchreiben.

Bringen Sie den vollſtändig oder nur halb präparirten Froſch, wie gewöhnlich in zwey Gläſer mit Waſſer, nehmen Sie einen recht reinen ſilbernen Bogen (am beſten, wenn er mit dem Waſſer aus den Gläſern rein abgewaſchen iſt), und tauchen ſie deſſen beide Enden auf einmal, oder eines nach dem andern, in die beiden Gläſer: es findet keine Erſchütterung des Froſches ſtatt. Wiederholen Sie den Verſuch, nachdem Sie das eine von den Enden des Bogens mit Eyweiß, mit flüſſigem Leim, mit Speichel, mit Mucus, mit Blut, mit zerfloſſenem Weinſteinſalze, oder einer andern Flüſſigkeit oder leitenden Subſtanz, die vom reinen Waſſer hinlänglich verſchieden iſt, beſtrichen haben; tauchen Sie erſt das reine oder mit bloßem Waſſer befeuchtete Ende in das Waſſer des einen Glaſes, und hernach das andere mit einer der beſagten Subſtanzen beſtrichene Ende ins Waſſer des anderen Glaſes: Sie werden ganz unfehlbar Convulſionen des Froſches erregen, und zwar mehrere male hinter einander, wenn Sie den Bogen herausziehen und wieder eintauchen, bis endlich nichts mehr von der heterogenen Subſtanz an dem Metalle hängt, oder bis dieß mit ſeinen beiden Enden in dem einen Glaſe, wie in dem andern, nur reines oder

Digitized by Google

faſt reines Waſſer berührt. Streichen Sie dieſelbige Subſtanz gleichförmig an beide Enden des Bogens, und tauchen Sie ſie gleichzeitig in beide Gläſer Waſſer: es entſtehen keine Convulſionen. (Manchmal werden Sie dieſelben bey ganz friſch präparirten und ſehr erregbaren Fröſchen wirklich erhalten, wenn die ſalzigte Flüſſigkeit, oder überhaupt die Subſtanz, womit die beiden Enden des Bogens beſtrichen ſind, nicht ganz vollkommen einerley, wenn ſie an dem einen Ende mehr verdünnt oder ſchwächer iſt, als am andern, u. ſ. w.). Waſchen und reinigen Sie das eine Ende des Bogens recht genau, laſſen Sie das andere mehr oder weniger damit beſtrichen, und die Convulſionen erſcheinen wieder, ſobald ſie den Kreis durch das doppelte Eintauchen des Bogens vollſtändig machen. Reinigen Sie endlich beide Enden vollkommen, und es entſtehen dann keine Zuckungen, wie beym erſtern Verſuche.

Zu den vergleichenden Verſuchen dieſer Art ſchlage ich lieber viskſe Flüſſigkeiten oder Subſtanzen, als ſalzigte vor, weil dieſe letztern ſich zu ſchnell im Waſſer auflöſen. Es geſchiehet manchmal, daß die Zuckungen des Froſches, wenn er vollſtändig präparirt und ſehr erregbar iſt, doch ſtatt haben, ohngeachtet man die beiden Enden des Metallbogens mit einerley ſalzigter Flüſſigkeit beſtrichen hat. Die Urſach davon iſt, daß, wenn man ein Ende nach dem andern ins Waſſer taucht (und man ſieht leicht, daß es nicht möglich iſt, es ganz genau in einem Augenblick zu thun), das eine Ende des Bogens eher, als das andere ſeinen Antheil der anhängenden ſalzigten Subſtanz verliert, oder wenigſtens der anhängende Theil mehr vom Waſſer verdünnt wird, ſo daß es nicht mehr die nämliche Flüſſigkeit iſt, womit beide Enden des Bogens überzogen ſind.

Auch

Digitized by Google

Auch ſchlage ich zu dieſen Verſuchen das Silber vor, als ein Metall, das durch ſalzigte und andere Flüſſigkeiten weniger angegriffen und verändert wird. Das Zinn, das Bley, das Kupfer, und beſonders das Eiſen, erleiden leichter eine dauernde Veränderung, ſo, daß Bogen aus dieſen Metallen, beſonders aus Eiſen, manchmal lange Zeit die Fähigkeit behalten, Zuckungen bey friſch präparirten und ſehr erregbaren Fröſchen zu veranlaſſen, wenn man die beiden Enden dieſer Bogen in die beiden Gläſer mit Waſſer taucht, ohngeachtet man mit aller Sorgfalt die Stelle des Metalles, welche von dieſer oder jener ſalzigten Flüſſigkeit angegriffen worden iſt, gewaſchen und gereinigt hat. Es iſt übrigens, wie Sie leicht einſehen, eine oberflächliche Veränderung des Metalles hinreichend. Sonſt zeigen ſich dieſe Veränderungen oft dem Auge durch einen gelben, ſchwärzlichen Fleck, u. dgl., die man nur ſchwer wegbringen kann. Ich rede hier nicht von tiefer gehenden und daurendern Veränderungen, die man in den Enden des Metallbogens zuwege bringen kann, beſonders beym Eiſen, wenn man deſſen Härte ändert; ein Mittel, wodurch man machen kann, daß ein ſolcher Bogen fähig iſt, nicht allein Convulſionen in Fröſchen zu erregen, ſondern auch Geſchmacks-Empfindung auf der Zunge, Licht im Auge, hervorzubringen, ob man gleich nur ſeine beiden völlig gereinigten Enden von reinem Waſſer berühren läßt. Dieſe und viele andere ähnliche Verſuche machen den hauptſächlichſten Gegenſtand des erſten meiner Briefe an Herrn Abt Vaſſali, Profeſſor der Phyſik zu Turin, aus, der zu Anfange des Jahres 1794 geſchrieben, und hernach mit den andern in dem Journal des Herrn D. Brugnetelli herausgegeben iſt *). Wenn aber das Silber weniger dem Umſtande unterworfen iſt,

*) Die Ueberſetzung davon findet ſich im II. B. dieſes Journals, S. 141. ff. G.

iſt, von ſalzigten und andern Flüſſigkeiten angegriffen zu werden (ausgenommen von der Schwefelleber, die es augenblicklich ſchwärzt); wenn es minder fähig iſt, beträchtliche und daurende Veränderungen zu erhalten, und deshalb von andern Metallen darin Vorzüge hat, daß es weniger Anomalien verſtattet; ſo iſt das **Zinn** wegen ſeiner größern Activität, d. h., wegen der Stärke der Wirkungen, die es vermöge der Berührungen mit faſt allen feuchten Leitern, wie ich ſchon bemerkt habe, hervorbringt, dem Silber und verhältnißmäßig allen andern Metallen vorzuziehen. Der in meinem **erſten Briefe** beſchriebene Verſuch mit der zinnernen Taſſe, die mit alkaliſcher Flüſſigkeit gefüllt iſt und mit den mit Waſſer benetzten Händen gehalten wird, und wobey die Empfindung eines ſauren Geſchmacks auf der Zunge, mit der man die beſagte Flüſſigkeit berührt, erregt wird, iſt davon ein Beweis; denn vergeblich würde man eine ſo ſtarke Wirkung von einer bleyernen, eiſernen, kupfernen, und noch weniger von einer ſilbernen Taſſe erwarten; (man würde ſie mit letzterer bloß dann erhalten, und einen ſehr entſchieden ſauren und ziemlich ſtarken Geſchmack empfinden, wenn ſie flüſſige Schwefelleber enthielte). Das electriſche Fluidum wird alſo mit der größeſten Stärke und Thätigkeit bewegt, wenn das Metall zwiſchen Waſſer und einer ſalzigten Flüſſigkeit Zinn iſt; es wird mit einer noch größern Energie erregt, um auf der Zunge die Empfindung des ſauren Geſchmacks zu bewirken, wenn ſich Zinn zwiſchen Waſſer und einer mucilaginöſen, an ſich unſchmackhaften Flüſſigkeit befindet, wie, wenn man den Verſuch mit einer zinnernen Taſſe macht, die mit einer Auflöſung von Gummi, von flüſſigem Leime, von Eyweiß, u. dgl. gefüllt iſt. Die andern Metalle bringen auch in ähnlichen Umſtänden einige Wirkung hervor, aber weit ſchwächer, und unter allen das **Silber** am ſchwäch-

ſten,

Digitized by Google

ſten, ausgenommen mit Schwefelleber, wie ich ſchon angeführt habe.

Man kennt einen ähnlichen Verſuch, den ich ſchon ſeit drey Jehren gemacht und jedermann gezeigt habe, hinlänglich, nicht mit zwey verſchiedenen Flüſſigkeiten und Einem Metalle, wie der vorher beſchriebene, ſondern umgekehrt mit zwey Metallen von verſchiedener Art, und Einer Flüſſigkeit. Ich nahm eine Taſſe von Zinn, oder noch beſſer von Zink, ſtellte ſie auf einen ſilbernen Fuß, und füllte ſie mit Waſſer. Wenn nun eine Perſon von der Geſellſchaft die Spitze der Zunge ans Waſſer brachte, fand ſie es völlig unſchmackhaft, ſo lange ſie den ſilbernen Fuß gar nicht berührte; ſobald ſie aber dieſen anfaßte, und in den recht benetzten Händen preßte, empfand die Zunge einen ſehr entſchiedenen und ziemlich ſtarken ſauren Geſchmack. Der Verſuch gelingt ebenfalls, doch iſt die Wirkung verhältnißmäßig ſchwächer, mit einer Kette von mehrern Perſonen, die ſich an den mit Waſſer benetzten Händen anfaſſen, und von denen die erſte die Spitze der Zunge ins Waſſer der Taſſe ſteckt, und die letzte das ſilberne Fußgeſtelle anfaßt.

Wenn nun dieſe Erfahrungen in Anſehung des auf der Zunge erregten Geſchmacks durch die Action zweyer verſchiedener Metalle auffallend ſind, ſo ſind es die andern in Anſehung des erregten, modifizirten und veränderten Geſchmacks durch Ein Metall zwiſchen zwey verſchiedenen Flüſſigkeiten nicht minder, und ſie ſind auch ſonſt neuer. Sie werden noch intereſſanter dadurch, daß ſie uns die Urſach von dem Geſchmacke entdecken, den man beym Waſſer und andern Flüſſigkeiten wahrnimmt, und der mehr oder weniger erheblich oder verändert iſt, wenn man ſie aus Gefäßen von Metall, und beſonders von Zinn, trinkt. Wenn man den äußern Rand des Gefäßes an die untere Lippe bringt, die vom Speichel

feucht

feucht iſt, und die Zunge bis zur Berührung des Waſſers, Bieres, Weines, u. dgl. im Gefäße verlängert, oder dieſes neigt, wie man beym Trinken thut, iſt dann nicht der vollſtändige Kreis da, und iſt nicht das Metall zwiſchen zwey, mehr oder weniger verſchiedene, Flüſſigkeiten, nämlich zwiſchen dem Speichel der Unterlippe, und dem in der Taſſe enthaltenen Getränk? Es muß alſo auch dadurch ein mehr oder minder ſtarker electriſcher Strom veranlaßt werden, je nachdem die Flüſſigkeiten unter ſich verſchieden ſind; ein Strom, der nicht ermangeln wird, nach ſeiner Art das ſenſibele Organ der Zunge in dem beſagten Kreiſe zu afficiren.

Außer den *beiden* bisher betrachteten Arten, einen electriſchen Strom zu erregen, nämlich vermittelſt eines oder mehrerer feuchter Leiter, oder Leiter der zweyten Klaſſe, die ſich zwiſchen zwey verſchiedenen Metallen oder Leitern der erſtern Klaſſe befinden, oder auch umgekehrt vermittelſt Eines Leiters der erſten Klaſſe, der ſich zwiſchen zweyen, ebenfalls verſchiedenen, Leitern der zweyten Klaſſe befindet, giebt es noch eine *dritte* Art das electriſche Fluidum zu erregen, obgleich auf eine weit ſchwächere Weiſe, die kaum vermögend iſt, einen vollſtändig präparirten Froſch, der noch ſtarke Vitalität hat, zu erſchüttern. Dieſe neue Art beſteht darin, auch drey verſchiedene Leiter den Kreis bilden zu laſſen, die alle von der zweyten Klaſſe ſind, ohne Dazwiſchenkunft eines der erſtern, eines Metalles. Man glaubte darin einen ſtarken Einwurf gegen meine Sätze zu finden.

Die 20. Figur ſtellt dieſe dritte Art in Vergleichung mit den beiden andern dar. In den Verſuchen des D. *Valli*, von denen man vergeblich ſo viel Geräuſch gemacht hat, ſtellt t den Schenkel des Froſches, und eigentlich den harten tendinöſen Theil des Musculus gaſtrocnemius vor; m den Rumpf, oder die Rücken-

muskeln,

muskeln, oder auch die Iſchiadnerven, woran man den beſagten tendinöſen Theil bringt; a) das Blut oder die visköſe, ſeifenartige, ſalzigte Feuchtigkeit, die man an die Berührungsſtelle bringt.

Ich habe dieſe neue Art, wobey man kein Metall gebraucht, weitläufig im *dritten* und *vierten Briefe* an den Abt *Vaſſali*, die ich vergangenen Herbſt und Winter (1795) geſchrieben habe, und von denen bis jetzt bloß der dritte in unſern Journalen erſchienen iſt, unterſucht, erweitert und angewendet; ich habe gezeigt, daß dieſe neuen Thatſachen, weit entfernt meine Ideen und Sätze aufzuheben, ſie vielmehr befeſtigen; und daß ſie das Princip, daß nämlich die Leiter durch heterogene Berührungen, d. h. zweyer verſchiedener unter einander, zu *Erregern* der Electrizität werden, zum Erſtaunen allgemeiner machen, und das ſchöne Geſetz, welches daraus fließt, beſtätigen, daß nämlich zur Entſtehung eines electriſchen Stromes nothwendigerweiſe wenigſtens drey verſchiedene Leiter den Kreis bilden müſſen. Sie ſehen alſo, worin das ganze Geheimniß, die ganze Magie liegt; und daß es nicht bloß für Metalle gilt, wie man hätte glauben können, ſondern für alle verſchiedene Leiter. So lange Sie von dieſen Grundſätzen ausgehen, werden Sie alle bisher angeſtellten Erfahrungen leicht erklären können, ohne zu irgend einem eingebildeten andern Princip einer eigenthümlichen und activen Electrizität der Organe Ihre Zuflucht nehmen zu dürfen; Sie werden mit Hülfe derſelben ſogar neue Erfahrungen erfinden und den Erfolg vorherſagen können, wie ich es gethan habe und noch täglich thue. Verlaſſen Sie aber dieſe Grundſätze, ſo werden Sie nichts als Ungewißheiten und Widerſprüche antreffen, und alles wird ihnen ein unerklärbares Räthſel werden.

Ich bin u. ſ. w.

Digitized by Google

Beylage *).

Neue, ſo eben erſt entdeckte Thatſachen, ſind dieſer zweyten Vorausſetzung weit günſtiger, als der erſtern. Sie zeigen wenigſtens, daß die unmittelbare Urſach, welche das electriſche Fluidum erregt und in Bewegung ſetzt, es ſey nun dieſelbige eine anziehende oder eine repulſive Kraft, weit eher in der wechſelſeitigen Berührung zweyer verſchiedner Metalle, als in ihrer Berührung mit den feuchten Leitern liegt. Ob man gleich nicht leugnen kann, daß auch hier eine Action ſtatt finde, ſo iſt es doch jetzt bewieſen, daß ſie ſich weit beträchtlicher entwickelt, wo die beiden Metalle ſich wechſelſeitig berühren. Es entſteht demnach bey der wechſelſeitigen Berührung, z. B. des Silbers mit dem Zinne, eine Action, eine Kraft, durch welche das erſte das electriſche Fluidum hergiebt, das zweyte es empfängt, oder das Silber es entläßt, das Zinn es entzieht. Dieß bewirkt, wenn übrigens der Kreis durch feuchte Leiter vollſtändig wird, einen Strom, eine continuirliche Circulation dieſes Fluidums. Wenn der Kreis nicht vollſtändig iſt, ſo entſteht eine Anhäufung in dem Zinne auf Koſten des Silbers, die zwar freylich ſehr gering, und weit unter dem Punkte iſt, der nöthig wäre, ſich an dem zarteſten Electrometer durch Zeichen zu erkennen zu geben. Es iſt mir aber doch endlich gelungen, ſie durch Hülfe meines Condenſators der Electrizität, der nach einer neuen Art eingerichtet iſt, und noch weit beſſer durch Nicholſons Duplicator, ein Inſtrument, das Sie, mein Herr, kennen und in Ihrem Journale ſelbſt beſchrieben haben, ſehr bemerkbar darzuſtellen.

Ich will Ihnen die Reſultate mittheilen, die ich zu meiner großen Satisfaction in den Verſuchen, die ich ſeit langer

*) S. oben S. 101.

langer Zeit entworfen hatte, und die ich nur in dieſen letzten Tagen ausführen konnte, erhalten habe.

Erſter Verſuch. Es ſind die drey Scheiben des Duplicators von Meſſing. Ich nehme zwey ſtarke Dräthe, eines von Silber, das andere von Zinn, und laſſe das erſtere die bewegliche Scheibe, das andere eine von den fixen Scheiben berühren, während ſie beide auf dem Tiſche, oder noch beſſer auf feuchter Pappe, oder einem andern feuchten Leiter ruhen, mit einem Worte, daß ſie durch Dazwiſchenkunft eines oder mehrerer Leiter der zweyten Klaſſe in Communication ſind. Ich laſſe den Apparat einige Stunden lang in dieſem Zuſtande, nehme dann die beiden Dräthe weg, und ſetze die Maſchine ins Spiel. Nach 20, 30, 40 Umdrehungen (oder mehrern, wenn die Luft nicht trocken iſt, oder die Iſolirungen in ſchlechtem Zuſtande ſind) laſſe ich eines von meinen Stroh-Electrometern von der beweglichen Scheibe berühren, und ich bemerke Zeichen von Plus-Electricität (+ E), die bis 4, 6, 10 Grade gehen und drüber. Laſſe ich es von den fixen Scheiben berühren, ſo habe ich correſpondirende Zeichen der entgegengeſetzten Electrizität (— E).

Das Silber ergoß alſo electriſches Fluidum in die meſſingene Scheibe, wenn es eine Zeitlang in Berührung war, und das Zinn entzog daſſelbe der andern, ebenfalls meſſingenen, Scheibe während der Berührung damit. Dieß wird durch folgenden Verſuch beſtätigt, der ein wahres Experimentum crucis iſt.

Zweyter Verſuch. Ich kehre den Verſuch um, ſo, daß das Silber nun mit einer von den fixen Scheiben, und das Zinn mit der beweglichen Scheibe in Berührung iſt. Die Electrizität, die ich nun von dieſer letztern erhalte, nachdem der Apparat eine hinlängliche

Zeit in dieſer Stellung geblieben iſt, iſt negativ (—E); während die der fixen Scheibe poſitiv (+E) iſt.

Dritter Verſuch. Ich bringe bloß das zinnerne Drath an die bewegliche Scheibe, und laſſe die beiden fixen Scheiben iſolirt, oder laſſe ſie auch mit dem Tiſche oder andern feuchten Leitern, womit auch das beſagte Zinndrath in Berührung iſt, in Communication. Dieſe ſimple Berührung des Zinnes mit dem Meſſing, woraus die bewegliche Scheibe beſteht, iſt hinreichend, darin einige wenige negative Electrizität zu erregen; es iſt bey dieſen Umſtänden bloß eine längere Zeit erforderlich.

Wenn man die Action der electriſchen Atmoſphären und die Einrichtung des Duplicators kennt, ſo bedarf es keiner weitern Erklärung, um das Spiel dieſes ſehr ſinnreichen Inſtruments zu begreifen; wie die einmal von der beweglichen Scheibe erlangte Electrizität eine entgegengeſetzte in den fixen Scheiben veranlaſſen müſſe, und umgekehrt; wie die entgegengeſetzten Electrizitäten durch jede Umdrehung der Maſchine vermehrt werden, u. ſ. w. Wenn alſo in dem gegenwärtigen Verſuche die bewegliche Scheibe — E iſt, ſo müſſen die fixen Scheiben + E werden.

[p. 309. **Vierter Verſuch.** Dieſer iſt der umgekehrte des vorigen. Man applicirt die Zinnſtange an eine von den fixen Scheiben, und läßt die bewegliche Scheibe ohne alle Berührung mit Metall, iſolirt, oder mit dem Tiſche, u. ſ. w. in Communication. Das Reſultat iſt nun auch umgekehrt, d. h., die fixen Scheiben werden negativ electriſirt, und die bewegliche Scheibe hat poſitive Electrizität.

Alle dieſe Verſuche gelingen noch weit beſſer, und in einer kürzern Zeit, wenn während der wechſelſeitigen Berüh-

Berüh-

Digitized by Google

Berührungen der verſchiedenen Metalle die bewegliche Scheibe ſich gegen die eine oder die andere feſtſtehende über befindet.

Noch beſſer, wenn man zwiſchen die beiden gegenüber ſtehenden Scheiben ein dickes Papier bringt, wie eine Spielkarte, die nicht feucht iſt, und deren Dicke beynahe dem kleinen Abſtande dazwiſchen gleichkommt. Es iſt vortheilhaft die Karte lange an ihrer Stelle zu laſſen, und ſie nicht eher wegzunehmen, als in dem Augenblicke, da man die berührenden Metalle wegnimmt und die Maſchine ins Spiel ſetzt.

Um die Iſolirung in gutem Zuſtande zu erhalten, und um die Berührung der Metalle, die man veranſtalten will, unmittelbar zu machen, ohne den mindeſten Hauch von Feuchtigkeit, welche dabey ſehr nachtheilig iſt, iſt es gut, den Apparat der Sonne auszuſtellen: dann iſt eine halbe Stunde, und oft noch weniger hinlänglich, um die verlangte Electrizität zu erhalten, um die poſitive in die negative zu verwandeln, u. dgl. m.; da ſonſt mehrere Stunden dazu erforderlich wären, oder man auch gar nicht ſeinen Zweck erreichte

Die Darſtellung dieſer Verſuche haben Sie in Fig. 21. 22. 23. und 24. L, L, L (Fig. 21 und 22) ſind die drey Scheiben des *Duplicators* von *Meſſing*. A iſt die *Silberſtange*, die mit einer von dieſen Scheiben in Berührung iſt; E die von *Zinn*, die an die andere Scheibe applicirt iſt, welche ſich gegen die erſtere über befindet: a, a, der *feuchte Leiter*, oder die Kette von feuchten Leitern, die mit den beiden Metallſtangen in Communication iſt.

Wenn ſich nun, wie in Fig. 21., das *Silber* mit der vordern beweglichen Scheibe in Berührung befindet, ſo tritt es etwas weniges electriſches Fluidum

an ſie ab, und dieß häuft ſich darin ſo viel an, als es kann, und macht folglich die Electrizität der Scheibe poſitiv, wie das Zeichen (+) der Scheibe anzeigt; da hingegen das Zinn an der correſpondirenden feſten Scheibe dieſer electriſches Fluidum entzieht, die dadurch negative Electrizität erhält, wie das Zeichen (—) der Scheibe angiebt, und eben dieſe Electrizität der andern fixen Scheibe mittheilt, die daher auch das Zeichen (—) hat.

In der 22. Figur iſt, wie man ſieht, alles umgekehrt; die bewegliche Scheibe wird negativ electriſirt (— E), während die beiden feſten Scheiben poſitiv werden (+ E).

Endlich in der 23. und 24. Figur ſieht man, daß das Zinn der meſſingenen Scheibe, womit ſie in Berührung iſt, electriſches Fluidum entzieht. Dieſe Scheibe wird alſo negativ electriſirt, oder hat — E, was durch die Action ihrer Atmoſphäre, in der andern gegen über ſtehenden Scheibe, die entweder mit der dritten Scheibe wie Fig. 23., oder noch beſſer mit andern Leitern, wie Fig. 24. in Communication iſt, eine poſitive Electrizität (+ E) veranlaßt. Dieſe entgegengeſetzten Electrizitäten nehmen in der Folge mit jeder Umdrehung der Maſchine zu, deren Spiel, zu Folge der Theorie der electriſchen Atmoſphären, dieſe Wirkung bis auf den angeführten Punkt hervorbringt, und den Namen des Duplicators der Electrizität rechtfertigt, den man ihr gegeben hat.

Ich komme nun zu den Verſuchen, welche zeigen, daß es weit eher in dem wechſelſeitigen Contact der Metalle zu ſuchen iſt, daß ſich die Action auf das electriſche Fluidum entwickelt, die es, auf welche Art es auch ſey, erregt, den Uebergang beſtimmt, u. ſ. w.; als in dem

dem Contact der feuchten Leiter mit eben dieſen Metallen. Ob man gleich nach allen Umſtänden auch in dieſen letztern Berührungen einige Action dieſer Art annehmen muß, ſo muß man doch jetzt ſchlechterdings eingeſtehen, daß die erſtere weit wirkſamer iſt. Ich werde für jetzt nur bey den beiden folgenden Verſuchen verweilen, die ich gerade ſo ausgedacht habe, daß ſie eine Frage dieſer Art aufklären können.

Fünfter Verſuch. Ich laſſe die beiden fixen Scheiben von Meſſing, ohne etwas daran zu ändern; ich nehme die dritte bewegliche Scheibe ab, und erſetze ſie durch eine von Zinn, und richte die Maſchine ſo, daß die letztere gegen eine von den beiden andern Scheiben über ſteht. Ich bringe nun an dieſe zinnerne Scheibe eine Meſſingſtange, und an die gegen über ſtehende und fixe Scheibe von Meſſing eine Zinnſtange. Nach einer gehörigen Zeit (z. B. eine Stunde, wenn die Luft vollkommen trocken iſt), nehme ich beide Stangen, oder bloß die meſſingene weg, und laſſe die bewegliche Scheibe von Zinn, die von der meſſingenen Stange berührt worden war, etwa 30mal ſich umdrehen; ſie giebt mir nun ſehr merkliche Zeichen von Plus-Electrizität.

Sechſter Verſuch. Ich kehre die vorigen Verſuche um, und laſſe die Meſſingſtange der Scheibe aus eben dieſem Metalle nun die Zinnſtange die zinnerne Scheibe berühren. Ich erhalte nichts oder beynahe nichts, ſelbſt wenn ich den Apparat eine weit längere Zeit in dieſem Zuſtande gelaſſen, und die Maſchine doppelt oder dreymal ſo viele Umdrehungen habe machen laſſen.

Dieſe beiden letzten Verſuche ſind in der 25. und 26. Figur vorgeſtellt, wo L die Stücke aus Meſſing, E die aus Zinn, und a, a den feuchten Leiter,

der die beiden verſchiedenen metallenen Stäbe in Verbindung ſetzt, bedeutet.

In der Vorrichtung nach der 26. Figur finden nun dieſelbigen Berührungen verſchiedener Metalle, nämlich des *Meſſings* auf der einen, und des *Zinnes* auf der andern Seite, mit einerley *feuchten Leiter* eben ſo gut, wie man ſieht, ſtatt, als in dem vorhergehenden Verſuche nach der 25. Figur; es müßte alſo eben ſo gut, obgleich in umgekehrter Ordnung, der Zuſatz des electriſchen Fluidums in dem einen, und die Entziehung deſſelben in dem andern ſtatt finden, wenn ſich die Action auf dieß Fluidum, die bewegende Kraft, aus dieſen Berührungen der beiden Metalle L, E, mit dem feuchten Leiter dazwiſchen entwickelte; und doch geſchiehet es nicht, indem man kein Zeichen von Electrizität erhält, ſelbſt nach einer längern Zeit und bey doppelt oder dreymal ſo vielen Umdrehungen der Maſchine. Die weſentliche Bedingung, um einige Electrizität zu erhalten, iſt alſo, daß die Metalle von verſchiedener Art ſich unter einander berühren, welches nach Fig. 25, nicht aber nach Fig. 26. ſtatt hat. Deshalb ſind Zeichen der Electrizität bey jener, nicht bey dieſer.

Wenn man die Umdrehungen der Maſchine noch vervielfältigt, ſo kann man endlich etwas erhalten. Dieß rührt entweder von irgend einem, äußerſt kleinen, Rückſtande alter Electrizität, der nicht ganz in der Zeit zerſtört oder zerſtreuet werden konnte, welche die Vorrichtung der 26. Figur dauerte; oder auch wohl von einer ganz friſchen Electrizität, welche die bewegliche Scheibe aus der Luft, oder aus den Dünſten in der ziemlichen langen Zeit, da man die Maſchine in Umlauf ſetzte, erhalten haben konnte. Auch kann ja auch wohl irgend ein kleiner, wo nicht weſentlicher, doch zufälliger Unterſchied, entweder zwiſchen den beiden zinnernen, oder

den

Digitized by Google

den beiden meſſingenen Stücken die Urſache von irgend einiger Action auf das electriſche Fluidum, von irgend einer Störung des Gleichgewichts ſeyn. Endlich können auch die Berührungen der feuchten Leiter mit dem Zinne auf der einen und dem Meſſinge auf der andern Seite eine verſchiedene Action haben, die zwar an ſich ſehr gering iſt, wie ich annehme, deren Wirkung aber doch nicht ganz null iſt.

Da es nun, es mag übrigens mit jenen ungewiſſen und ſchwachen Zeichen der Electrizität eine Bewandniß haben, welche es will, ausgemacht iſt, daß man unter den Bedingungen des 6. Verſuchs mit 40, 60, 80 Umdrehungen des Duplicators nichts, oder faſt nichts erhält, hingegen bey der Vorrichtung des 5. Verſuchs mit 20, oder 30 Umdrehungen ſehr viel; ſo muß man ſchlieſſen, daß die Berührung zweyer Metalle von verſchiedener Art mit feuchten Leitern, ohne wechſelſeitige Berührung dieſer Metalle ſelbſt, (die im 6. Verſuche fehlt, wo ſich Meſſing mit Meſſing, Zinn mit Zinn berührt), nichts, oder faſt nichts, thut; und daß im Gegentheil die wechſelſeitige Berührung dieſer Metalle von verſchiedener Art, die im 5. Verſuche ſtatt hat, alles, oder faſt alles, thut.

Ich könnte noch einige andere Verſuche zur Beſtätigung hinzufügen, wo ich auch Zeichen der Electrizität durch die wechſelſeitige Berührung zweyer Metalle erhielt, ohne daß eins von ihnen mit irgend einem feuchten Leiter in Berührung war; allein das Angeführte iſt für jetzo hinreichend.

10.

Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein.

Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. v. Humboldt an den Herausgeber.

— Mehrere angefangene chemiſche Arbeiten, deren Vollendung ich noch entgegenſehe, hindern mich, Sie mit Gegenſtänden zu unterhalten, welche kein geringes Intereſſe für den Scheidekünſtler haben. Ich benutze daher die wenige Muße, welche mir heute übrig bleibt, um Ihnen eine Thatſache zu melden, welche ich auf einer Fußreiſe im vorigen Monathe entdeckte. Das Intereſſe der Phyſiker iſt ſo lange von den Erſcheinungen des Magnetismus abgelenkt geweſen, daß es mich doppelt freuen würde, daſſelbe durch jene Entdeckung vielleicht von neuem darauf zu heften. — Auf einer geognoſtiſchen Tour, welche ich mit zween Freunden, Herrn Münzmeiſter Gödeking und Herrn Oberbergmeiſter Killinger durch das Oberpfälziſche und angränzende Gebirge machte, ſtieß ich auf eine Gebirgskuppe von Serpentinſtein, deſſen Fallungswinkel ich mit der Bouſſole beſtim-

Digitized by Google

men wollte. Kaum näherte ich dieſelbe dem anſtehenden Geſtein, ſo ſahe ich den Südpol meiner Magnetnadel mit Heftigkeit aus ihrer Lage und in den wahren Norden geriſſen. Ich glaubte das Phänomen der Harzer Schnarcher, (an denen ein magnetiſcher Streifen herab läuft), hier erneuert zu ſehen. Meine Freunde traten herzu und wir erſtaunten nun über alles, was wir ſahen. Ich behalte mir vor, in der Folge eine umſtändlichere Beſchreibnug jener Gebirgskuppe bekannt zu machen. Doch muß ich Ihnen vorläufig folgende Verhältniſſe entwickeln. Die Kuppe iſt dergeſtalt gegen die Erdachſe gerichtet, daß das Geſtein, am nördlichen Abhange, bloße Südpole, am ſüdlichen Abhange bloße Nordpole zeigt. Gegen Weſten und Oſten liegen Indifferenzpunkte. Die Maſſe beſteht aus reinem Serpentinſtein, meiſt von lauchgrüner Farbe, der hier und da in Chloritſchiefer übergeht. Einzelne Punkte ſind ſo magnetiſch, daß ſie in einer Entfernung von 22 Fuß die Magnetnadel aus ihrer natürlichen Lage reiſſen. Das Gebirge hat nicht eine Achſe, ſondern viele, die aber nicht in einer Ebene liegen. Zwiſchen zwey wirkſamen Nordpolen liegt völlig unwirkſames Geſtein, welches aber weder durch äußere Kennzeichen, noch durch ſeine Miſchung von dem wirkſamen zu unterſcheiden iſt. Wenn man an dieſem Gebirge einige Achſen aſtronomiſch genau in ihrer Lage beſtimmte, ſo wäre es eine wichtige Unterſuchung, ob der invertirte Nordpol in der Folge der Zeiten eben ſo gegen Oſten, wie der magnetiſche Nordpol des Erdſphäroids gegen Weſten fortrücken würde? Mit dem Sauſſurſchen Magnetometer

 wäre

wäre zu beſtimmen, wie die magnetiſche Kraft, von Gewittern und Nordlichtern, von Sommerhitze und Winterkälte afficirt werde. Bey den Schnarchern iſt es (wie Herr Freiesleben in ſeinen vortreflichen Bemerkungen über den Harz gezeigt hat), nicht unwahrſcheinlich, daß ein Blitzſtrahl in dem Granit jenen magnetiſchen Streifen hervorgebracht habe, daher auch nur der ganze Fels und nicht Bruchſtücke wirkſam ſind. Unſere Gebirgskuppe zeigt eine viel größere Erſcheinung. Nicht bloß das anſtehende Geſtein, ſondern auch jedes noch ſo klein abgeſchlagene Stück hat ſeine beiden Pole, ſeine eigene magnetiſche Achſe. Stücke von 8 Zoll Durchmeſſer afficiren die Magnetnadel auf 4 — 6 Zoll Entfernung. Ich habe nie einen Magnetſtein geſehen, der die Polarität bey der Zerkleinung in ſolcher Vollkommenheit beybehält, als dieſer Serpentin. Splitter von $\frac{1}{64}$ Cubiclinie wälzen ſich (wie die Lupe deutlich zeigt), wenn man ihnen freundſchaftliche oder feindliche Pole eines Magnetſtabes entgegen hält. Man ſieht hier recht eigentlich (wie es Coulomb's Theorie annimmt), ein Foſſil, das bis in die kleinſten molecules aus einzelnen Magneten zuſammengeſetzt iſt. Noch mehr! Eben der Serpentinſtein, welcher eine ſo auffallende Polarität äußert, zeigt bis jetzt keine Spur von Anziehung gegen unmagnetiſches Eiſen. Das zerriebene Foſſil hängt ſich als Bart an den Magnetſtab an, aber Stücke, welche den Südpol auf 3 Zoll Entfernung durch den ganzen Halbcirkel gegen Norden reiſſen, bewegen kein Eiſenſtäubchen aus ihrer Stelle. Und wie leicht zeigen ſonſt die ſchwäch-

ſten

Digitized by Google

ſten Magnete dieſe Ziehkraft! Unterſuchen Sie das eiſerne Hausgeräthe. An Schlüſſeln, Lichtſcheeren und allen Werkzeugen, in denen das magnetiſche Gleichgewicht durch Schläge zufällig geſtöhrt wird, finden Sie häufig beiderley Pole. Eben dieſe Lichtſcheeren bewegen aber auch die Eiſenfeile. — Welchen Beſtandtheil des Serpentinſteins adhärirt aber jene wunderbare magnetiſche Kraft? Das iſt eine Frage, die ſich einem von ſelbſt aufdringt. Weit davon entfernt ſie jetzt ſchon entwickeln zu wollen, melde ich Ihnen bloß, daß das Foſſil bis auf einige Talkſchuppen und Hornblende, ganz ungemengt iſt. Zerpulvert iſt auch ſchlechterdings nichts metalliſch-glänzendes darin zu erkennen. Der Magnet zieht ein Atom des berggrünen erdigen Pulvers, wie das andere, an. Das ſpecifiſche Gewicht des Foſſils iſt ſehr geringe, ja nächſt dem Bimſtein und einigen Abänderungen der Opale, gehört es zu den leichteſten Steinarten, die wir kennen. Das Waſſer = 1 hat der Serpentinſtein von 1,901 bis 2,04. Alle chemiſchen Verſuche, welche ich bisher mit meinem Freunde, Herrn Göbeking, (in deſſen Kenntniſſen ich eine lehrreiche Unterſtützung finde), angeſtellt habe, beweiſen, daß das Eiſen, welches der Serpentinſtein *) enthält, in einem höchſt oxydirten Zu-

*) Phyſiker und Mineralogen, welche das magnetiſche Foſſil ſelbſt zu unterſuchen wünſchen, haben ſich mit poſtfreyen Brieſen an den Herrn Bergamtsgegenſchreiber Linz zu Goldcronach bey Bayreuth zu wenden, welcher ihnen Stücke zu 16 Gr. bis 2 Thaler überläßt. Der Ertrag dieſes kleinen Mineralienhandels iſt zu einem Fond be-

Zuſtande ſich befindet. Will man nicht annehmen, daß die magnetiſche Kraft einer Erdart adhäriren könne, ſo muß man ſie dem Eiſenkalke zuſchreiben, womit dieſer und alle Serpentinſteine tingirt ſind. Wir wiſſen, daß reguliniſches Eiſen, Nickel und Kobalt vom Magnete gezogen werden, und ſelbſt Magnetismus annehmen. Wir wiſſen, daß ſchwach oxydirtes Eiſen (im ſchwarzen Kalke) den Magneten ebenfalls afficirt — aber welch ein Unterſchied zwiſchen dieſer Eigenſchaft und einer eigenthümlichen Polarität, zwiſchen dem ſchwarzen Eiſenkalke und dem, welcher den Serpentinſtein, viele Kalkſteine, den Sapphir und Chryſoberyll tingirt. Vouloir établir des théories avant d'avoir raſſemblé les faits, conſtruire quand on n'a pas même encore obſervé, c'eſt un erreur qui de tout tems à arrêté la marche de nos connoiſſance. Condorcet — Esquiſſe d'un Tableau hiſtor. des progrès de l'eſprit humain. 97. p. 61.

beſtimmt, der unter öffentlicher Autorität ſteht und der Unterſtützung dürftiger Bergleute gewidmet iſt. Auch zu Freyberg, Regensburg, Leipzig und Berlin werden Depots vom neuen Foſſil angelegt.

Digitized by Google

11.

Preisaufgabe
von
van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797.

Die zweyte Teylerſche Geſellſchaft hat es für gut gefunden, folgende Frage aufzugeben:

Was weiß man mit einiger Gewißheit von der Ernährung und dem Wachsthume der Pflanzen: oder in wie ferne kann man jetzt aus wohlgegründeten und beweiſenden Verſuchen und Beobachtungen ausfindig machen, welche Stoffe und Elemente es ſind, die den Pflanzen am mehreſten zur Nahrung dienen, und wie ſie ſelbige aufnehmen, abſondern und verarbeiten? — Was iſt von dem hierüber von großen Naturkundigen behaupteten, noch als dem Zweifel unterworfen anzumerken? — Durch welche Verſuche ſollte man unſere Kenntniſſe über dieſe Materie können wahrſcheinlicherweiſe vermehren oder begründen? — Was kann man weiter aus den wirklich erlangten Kenntniſſen, über das Wachsthum und die Ernährung der Pflanzen, zu Verſuchen vorſchlagen, um in der Fortpflanzung nützlicher Gewächſe, nach gewiſſen Gründen, glücklicher zu ſeyn?

Die Geſellſchaft hat bey den zwey erſten Gliedern der Frage vorzüglich zur Abſicht, daß man den gegenwärtigen Zuſtand dieſes Theils der Naturkenntniß der Pflanzen

zen genau durchgehe, und dadurch das wohlerwieſene, von dem noch auf ſchlechten Gründen beruhendem, wohl unterſcheide. Man wird alſo auf dieſe Weiſe, dem Zwecke dieſes Theils der Frage ein Genüge leiſten, obgleich man dieſe Kenntniſſe nicht wüßte durch neue Entdeckungen zu bereichern.

Diejenigen, welche ſich um dieſen Preis zu bewerben gedenken, müßten die neueſten Schriften über dieſen Gegenſtand wohl in Erwägung ziehen, worüber man vielen Unterricht finden kann in F. A. von Humboldt's Aphorismen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen, 8. Leipz. 1794.

Der Preis, welcher der beſten Beantwortung der Frage wird zuerkannt werden, beſteht in einer goldenen Ehrenmünze, von 400 Gulden Holländiſch an innerem Werthe.

Die Antworten müſſen in niederländiſcher, lateiniſcher, franzöſiſcher, engliſcher oder hochdeutſcher Sprache (doch nicht mit hochdeutſchen Buchſtaben) geſchrieben, nach der gewöhnlichen Weiſe, mit einem verſiegelten Zettel, welcher des Verfaſſers Namen enthält, an das Teylerſche Stiftungshaus in Haarlem, vor dem 1ſten April 1798 eingeſendet werden, damit ſie vor dem 1ſten November deſſelben Jahrs können beurtheilt werden.

Digitized by Google

Inhalt.

1) Ueber die gereitzte Muskelfaſer, ein Brief an den Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt vom Herrn Dr. Philipp Michaelis. . . . . Seite 1

2) Bemerkungen über Herrn Profeſſor Hube's Erklärung der Ebbe und Fluth, von Herrn Friedrich Carl Fulda. 28

3) Einige Bemerkungen zu Herrn Johann Gottfried Voigt Beobachtungen und Verſuche über farbiges Licht, Farben und ihre Miſchung, vom Herrn Dr. Richter, Königl. Preuß. Berg-Probierer. . . 41

4) Beobachtungen der atmoſphäriſchen Electrizität von 1792 bis 1796. Vom Herrn Profeſſor Heller in Fulda. 55

5) Ueber die vollkommene Attraktionskraft der ſchwimmenden Körper auf dem Waſſer, aus einem Briefe des Herrn Dr. G. Carradori. . . . 78

6) Betrachtungen über eine Schwierigkeit, die bey der Art ſtatt findet, wie die Newtonianer die Cohäſion der Körper und die andern dahin gehörigen Phänomene erklären, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. 83

7) Ue-

7) Ueber die Electrizität im leeren Raum, aus dem Franzöſiſchen des Abts Eandi gezogen, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . . Seite 93

8) Ueber des Herrn de Sauſſüre Diaphanometer, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . 101

9) Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die ſogenannte thieriſche Electrizität. 107

10) Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein. Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt an den Herausgeber. 136

11) Preisaufgabe von van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797. 141

Taf. I.

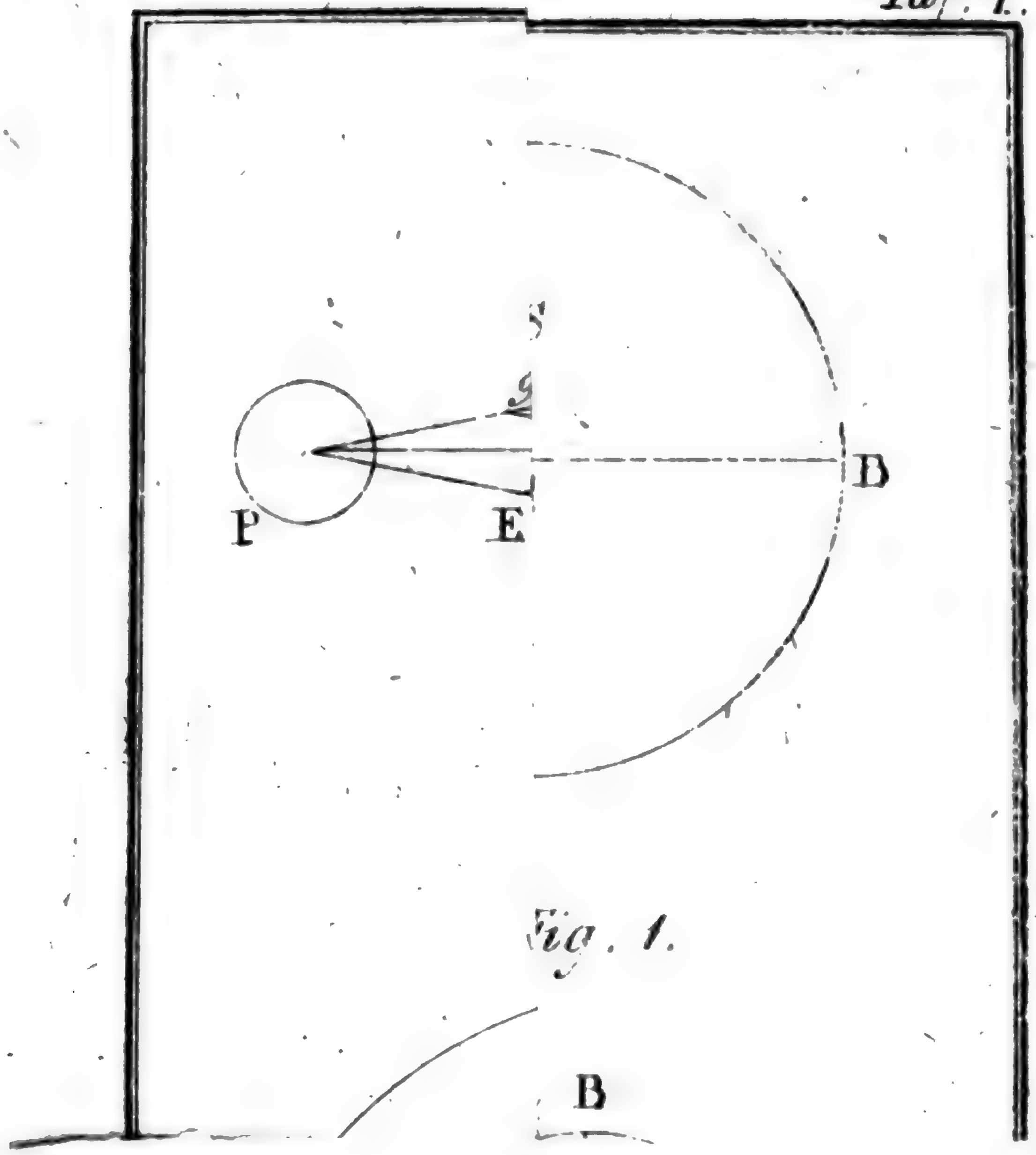


Fig. 1.

7) Ueber die Electrizität im leeren Raum, aus dem Franzöſiſchen des Abts Eandi gezogen, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . . Seite 93

8) Ueber des Herrn de Sauſſüre Diaphanometer, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . 101

9) Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die ſogenannte thieriſche Electrizität. 107

10) Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein. Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt an den Herausgeber. 136

11) Preisaufgabe von van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797. 141

Digitized by Google

Taf. I.

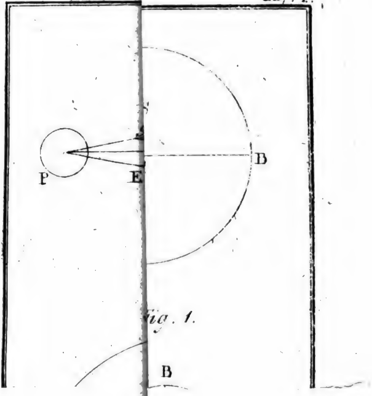


Fig. 1.

7) Ueber die Electricität im leeren Raum, aus dem Franzöſiſchen des Abts Eandi gezogen, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . . Seite 93

8) Ueber des Herrn de Sauſſüre Diaphanometer, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . 101

9) Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die ſogenannte thieriſche Electricität. 107

10) Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein. Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt an den Herausgeber. 136

11) Preisaufgabe von van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797. 141

Taf. I.

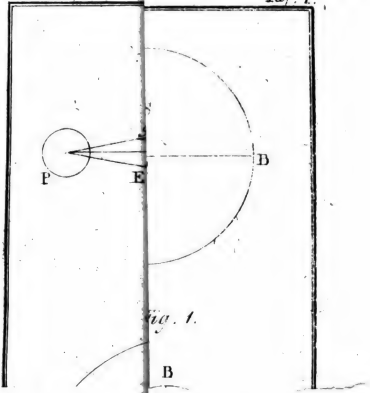


Fig. 1.

7) Ueber die Electrizität im leeren Raum; aus dem Französiſchen des Abts Candi gezogen, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . . Seite 93

8) Ueber des Herrn de Sauſſüre Diaphanometer, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . 101

9) Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die ſogenannte thieriſche Electrizität. 107

10) Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein. Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt an den Herausgeber. 136

11) Preisaufgabe von van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797. 141

Digitized by Google

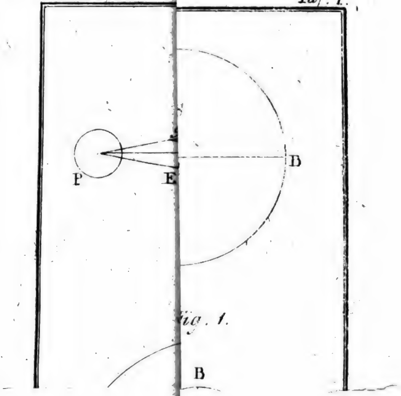


Fig. 1.

7) Ueber die Electrizität im leeren Raum, aus dem Franzöſiſchen des Abts Eandi gezogen, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . . Seite 93

8) Ueber des Herrn de Sauſſüre Diaphanometer, von Herrn Dr. Murhard, zu Göttingen. . . 101

9) Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die ſogenannte thieriſche Electrizität. 107

10) Ueber die merkwürdige magnetiſche Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinſtein. Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt an den Herausgeber. 136

11) Preisaufgabe von van Teyler's Geſellſchaft fürs Jahr 1797. 141

Taf. I.

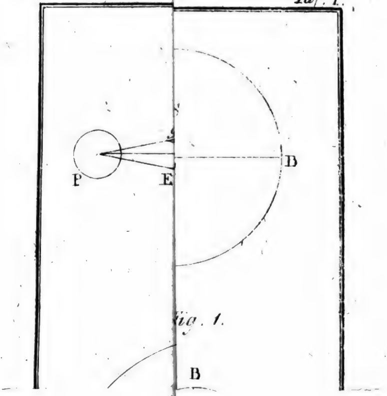


Fig. 1.

Digitized by Google

Fig. 6.

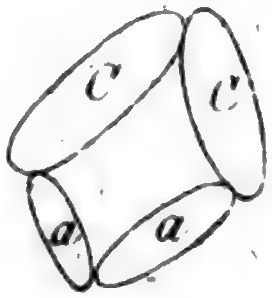
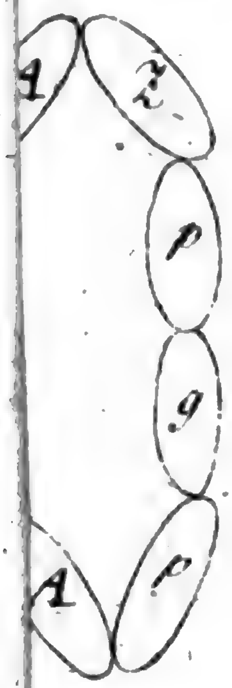


Fig. 13.



Fig

Neues
Journal
der
Phyſik.

Des vierten Bandes
zweytes Heft.

Herausgegeben
von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Profeſſor zu Halle.

Mit vier Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Digitized by Google

Ankündigung einer neuen Auflage des neuen Kinderfreundes von Engelhardt und Merkel in 12 Bändchen ord. 8. mit Kupfern und Muſiknoten. Leipzig bey Joh. Ambr. Barth. Pränumerationspreiß auf jeden Theil 8 gr. auf alle 12 Bändchen zuſammen 3 Thlr. 12 gr.

Obgleich von der erſten Auflage nur erſt zehn Bändchen dieſes Kinderfreundes, (das eilfte und zwölfte Bändchen erſcheint bis Ende dieſes Jahres) welcher mit dem beliebten Weiſenſchen Kinderfreunde einerley Plan und Abſicht hat, und als Fortſetzung desſelben anzuſehen iſt, erſchienen ſind, ſo iſt doch ſchon eine neue Auflage davon nöthig. Bey dem allgemeinen Beyfall, den dieſes Werk für Kinder auch in mehrern Kritiken und öffentlichen Urtheilsſchriften erhielt, wird ſichs nun der Verleger auch angelegen ſeyn laſſen, den Druck der neuen Auflage mit aller Aufmerkſamkeit fürs Publicum zu beſorgen; dieſelbe wird zugleich von den Verfaſſern von den weſentlichen Mängeln gereinigt und in nöthigen Ausdrücken des Styls verbeſſert erſcheinen. Die Anſchaffung zu erleichtern, bietet der Verleger allen Kinderfreunden immer zwey Bändchen zuſammen für 16 gr. Pränumeration an, ſo daß bey Empfang der erſten zwey auf die zwey folgenden wieder 16 gr. vorausbezahlt werden. Wer aber auf alle zwölf Bändchen zugleich 3 Thlr. 12 gr. bezahlt, dem werden ſie zugeſchickt ohne weitere Nachzahlung, ſo wie ſie herauskommen. Kinderfreunde, welche ſich einer Sammlung für dies Werk unterziehen, erhalten auf ſechs Exemplare das ſiebente gratis. Sie belieben ihre Beſtellungen an die ihnen nächſtgelegene Buchhandlung abzugeben, mit welcher der Verleger gewiß in Verbindung ſtehet. Bis Michaelis erſcheint das erſte und zweyte Bändchen. Leipzig, den 15ten Jul. 1777.

Joh. Ambr. Barth.

Verzeichniß neuer Verlagsbücher bey Johann Ambroſius Barth in Leipzig. Jubilatemeſſe 1797.

Annalen der neueſten theologiſchen Litteratur und Kirchengeſchichte, herausgegeben von C. R. Haßenkamp, 9ter Jahrgang von 1797. 8. 3 Thlr.

Commentationes theologicae collectae edit. a Velthuſenio, Kuinelio et Ruperto. Vol. IVtum. 8. maj. 1 Thlr. 12 gr.

Dolz, Joh. Chr., Leitfaden zum Unterricht in der allgem. Menſchengeſchichte für Bürgerſchulen. 8. 5 gr.

Enke, Chr. Fr., über den Werth des neuen Leipziger Geſangbuchs, eine Predigt, gr. 8. 2 gr.

Grens, D. Fr. Albr. C., neues Journal der Phyſik, 4ten Bandes 1ſtes Heft. gr. 8. 10 gr.

Hartmanns, D. Joh. Dav., Verſuch einer allgemeinen Geſchichte der Poeſie von den älteſten Zeiten an. Ein Beytrag zur Geſchichte der menſchlichen Kultur. 1ſter Band. 8 maj. 1 Thlr. 18 gr.

Hedwigii, Rom. Ad., disquiſitio ampullarum Lieberkühnii phyſico microſcopica, Sectio 1ma cum IV. tab. aen. 4 maj. 16 gr.

Johnſon, der edle Taſchenſpieler, vom Verf. des 2ten u. 3ten Theils des Schillerſchen Geiſterſehers, 1ſter Th. 8. 1 Thlr.

Journal, kritiſches, für Gelehrte und Bücherfreunde, oder Ueberſicht aller Urtheilsſprüche der vornehmſten gelehrten Tribunale in Deutſchland. Jahrg. 1796. 1ſte Hälfte. 8.

Katecheſen, katholiſche, 1ſter Theil, über das Gebet überhaupt und das Vater Unſer insbeſondere, nach dem Felbigerſchen Katechismus für Kirchen-, Schul- u. Privatleben. 8. 14 gr.

Kinderfreund, neuer, von Engelhard und Merkel mit Kupfern, 10tes Bändch. 8. 12 gr.

Köhlers, Joh. Er., Anweiſung zum Kopfrechnen in Verbindung mit der dazu erforderlichen Methode. 8. 20 gr.

— — arithmetiſche Aufgaben in Erzählungen eingekleidet, welche vom Lehrer den Rechenſchüler zur Berechnung vorgelegt werden. 8. 6 gr.

Locke's Verſuch über den menſchlichen Verſtand: aus dem Engl. überſ. mit Anmerkungen und einer Abhandlung v. D. W. H. Tennemann, 2ter, 3ter und letzter Theil. 8. 2 Thlr. 8 gr.

(Der 1ſte Theil deſſelben Werks iſt jetzt allein bey mir zu haben à 1 Thlr. 4 gr.)

Materialien für alle Theile der Amtsführung eines Predigers, nebſt pract. Anweiſung dieſelben dem Bedürfniß unſerer Zeiten gemäß zu gebrauchen, 1ſten Bandes 1ſter bis 4ter Heft, und 2ten Bandes 1ſter Heft. gr. 8. 1 Thlr. 16 gr.

Merkels, D. J., Erdbeſchreibung von Churſachſen und den jetzt dazu gehörigen Ländern, für die Jugend, 2r Bd. 8. 12 gr.

Morla, Thom. de, Lehrbuch der Artilleriewiſſenſchaften, aus dem Spaniſchen überſetzt mit Anmerk. von I. G. Hoyer. 2ter Band, gr. 8. 1 Thlr. 4 gr.

Philoikos, für Familien, zur Beförderung häuslicher Tugend und Glückſeligkeit von Joh. Carl Piſchon, 1ſter Theil, gr. 8. 21 gr.

Plato's einige Gedanken über die gewöhnlichen A B C-Bücher in unſern vaterländiſchen Schulen, nebſt einer kurzen Beſchreibung und Abbildung der Leſemaſchine, welche in der Leipziger Freyſchule gebraucht wird. 8. 4 gr.

Deſſen Buchſtaben und Schriftzeichen zur Leſemaſchine für Schulen, 1 Theil. Dieſelben auf Holztäflichen aufgezogen. Netto 5 Thlr.

Deſſen Vorübungen im Leſen und Denken, geſammlet für die untern Klaſſen der Leipziger Freyſchule. gr. 12. 4 gr.

Roſenmülleri, E. F. C., Selecta quaedam Arabum adagia, e Meidanenſis proverbiorum ſyntagmate nunc primum arabice edita. 4 maj. 7 gr.

Rothe, D., ſyſtematiſches Verzeichniß der beſten mediciniſchen Schriften, nebſt beygefügtem Urtheil, Ladenpreiß, Verleger ꝛc. 8.

Schedels, J. C., allgemeines Chronikon für Handlung, Fabriken, Künſte und Manufacturen, oder Bibliothek des Wiſſenswürdigen, Nützlichen und Neuen in dieſen Gebieten. Jahrg. 1797. 1ſter Heft. gr. 8. 16 gr.

Schillers, Fr., Geiſterſeher, aus den Papieren des Grafen von O**, 2ter Theil, fortgeſetzt von X. Y. Z. zweyte verbeſſerte Auflage. 8. 1 Thl.

Taſchenbuch für angehende practiſche Aerzte, 1ſter Theil, zweyte umgearbeitete Auflage. 8. 1 Thl.

Vieths, G. Ulr. Ant., Anfangsgründe der Naturlehre für Bürgerſchulen, mit Kupfern. 8. 20 gr.

Volksbelehrungen in katechet. Form, 1ſter Th. 8. 14 gr.

Wittings, J. C., practiſches Handbuch für Prediger, 5ten Bandes 1ſter Theil, gr. 8. 20 gr.

Digitized by Google

1.

Nachricht
von
Watts neueſten Verbeſſerungen ſeiner Dampfmaſchinen.

Vielleicht iſt es den Leſern dieſes Journals nicht unangenehm, hier einige, wenn gleich nur unvollkommene, Nachrichten von Watts neuen ſinnreichen und höchſt wichtigen Verbeſſerungen ſeiner Dampfmaſchine zu finden. Des Verfaſſers Zweck iſt erreicht, wenn ein Mann von mehr Sachkenntniſſen dadurch aufgefordert würde, ſie zu berichtigen und vollſtändiger zu machen. Ich erhielt ſie auf meiner neulichen Reiſe durch den Harz, theils durch den gefälligen und ſehr geſchickten Aufſeher der Dampfmaſchine auf der Preuß. Hoheit, der auch an der neuen Einrichtung unter Watt gearbeitet hat; theils durch einen Aufſatz aus Hall's new Royal Encyclopedia. Art. Steam-engine, die im 5ten Theil von Geißler's Beſchreibung und Geſchichte der neuſten und vorzüglichſten Inſtrumente und Kunſtwerke, überſetzt iſt.

Watts Abſicht bey allen Verbeſſerungen iſt, die Koſten der Feuerung dieſer Maſchinen zu vermindern. Denn die großen Unterhaltungskoſten ſind faſt der einzige Fehler dieſer Erfindung, die unſtreitig zu den größten und kühnſten gehört, die je gemacht ſind. Die Koſten der Feuerung werden vermindert, wenn man die Menge

der Dämpfe, die zu jedem Hube nöthig iſt, beträchtlich vermindern kann, ohne die Würkung der Maſchine beträchtlich zu vermindern. Denn alsdann hat man nicht einen ſo großen Keſſel und folglich nicht ſo viele Kohlen nöthig, die kleinere Menge von Dämpfen hervor zu bringen. Dies führte Watt auf folgende Einrichtungen ſeiner Maſchine.

I. Die Maſchine (Tab. I. fig. 1.) iſt im weſentlichen von der im Neuen Journal der Phyſik 1ſter B. 1ſter H. beſchiebenen und jetzt in Deutſchland üblichen Maſchine nicht verſchieden. Darum habe ich das weſentlich Uebereinſtimmende eben ſo gezeichnet und mit denſelben Buchſtaben benannt, damit man jene Beſchreibung auch zu dieſer Zeichnung brauchen könne. Es kommt ja hier ohnehin nur darauf an, von der Würkung, nicht von der ganzen Konſtruktion der Maſchine, einen deutlichen Begriff zu geben.

Die Dämpfe kommen aus dem Keſſel AA durch das Rohr CD und durch die Oeffnung des Ventils f in den großen Cylinder g; der Kolben ii iſt eben im Begriff zu ſinken. In der gewöhnlichen Einrichtung verfolgen ihn die Dämpfe aus dem Keſſel bis auf den Boden, und nur erſt dann, wenn er dieſen erreicht hat, ſchließt ſich das Ventil f zu ꝛc. Aber in der neuern Einrichtung bleibt f nur ſo lange offen, bis ii um $\frac{1}{4}$ ſeines Spielraums hinab geſunken. Alsdann fällt f zu. Aber die vom Keſſel abgeſchnittene Dämpfe fahren dem ungeachtet fort, vermöge ihrer großen Expanſivkraft ſich auszudehnen und den Kolben nieder zu treiben, wiewohl mit abnehmender Kraft. Man braucht alſo nur den vierten Theil von den Dämpfen, die man ſonſt anwandte, und folglich einen weit kleinern Keſſel und auch nur etwa den vierten Theil der gewöhnlichen Feuerung; und doch würkt dieſer vierte Theil von Dämpfen weit mehr, als den vier-

ten

Digitized by Google

ten Theil der gewöhnlichen Einrichtung, wie gleich nachher einleuchten wird. Damit aber der Gang der Maſchine ſo viel als möglich gleichförmig bleibe, ſo muß ſich das Moment der Laſt in demſelben Grade (wenigſtens beynahe) vermindern, wie ſich das Moment der Kraft des Kolbens vermindert. Dies hat Watt durch Anbringung zweyer Räder, ſtatt des Balanziers, zu erreichen geſucht. Der Kolben treibt unmittelbar das Rad No. 1. und dies treibt vermittelſt der Stange BF das Rad No. 2. und das Geſtänge XX. Im Anfange des Sinkens von il bleibt das Ende B von der Achſe des Rades ziemlich gleich weit entfernt; aber beym fortgeſetzten Sinken des Kolbens kommt das Ende B der Achſe von No. 1. näher und das Ende F entfernt ſich von der Achſe des Rades No. 2., doch ſo, daß die Ketten K, K auf der Peripherie der Räder bleiben. Dadurch nimmt das Moment der Laſt ab, wie die Anfangsgründe der Mechanik lehren.

Watt giebt an, daß, wenn der große Cylinder 8 Fuß hoch iſt und der Kolben nur 2 Fuß tief durch volle Dämpfe getrieben wird, die Maſchine doch 0,57 würkt, wenn ſie nach alter Art getrieben 100 würken würde; oder daß ſich die Würkung der neuen Einrichtung zur Würkung der alten bey übrigens gleichen Maſchinen verhält wie 57 : 100. Folglich bringt man mit $\frac{1}{4}$ Dämpfen und alſo auch mit $\frac{1}{4}$ der alten Feuerung mehr als die Hälfte der Würkung hervor. Man kann alſo über die Hälfte der Feuerung erſparen. Hier iſt ein kleiner unreifer Verſuch zu einer allgemeinen Theorie dieſer Würkung.

Ich nehme an, das Mariottiſche Geſetz vom Druck der zuſammengepreßten Luft laſſe ſich auch auf die elaſtiſchen Dämpfe anwenden. Ihr Druck auf den Kolben muß alſo abnehmen, wie ihr Raum zunimmt. Wenn der Dampf aus dem Keſſel den Kolben bis auf den Bo-

den verfolgt, ſo wirkt er in jedem Augenblicke des Sinkens gleich ſtark auf den Kolben. Es ſey (Tab. I. fig. 2.) bd die Höhe des Sinkens und in b ſey der Druck des Dampfs auf den Kolben $=$ ab $=$ k, ſo iſt er in jedem andern Punkt f auch $=$ ab, folglich überall fe $=$ ab $=$ cd $=$ k. Alſo iſt die Summe aller einzeln Kräfte, mithin die ganze Würkung des Dampfes auf den Kolben bis ans Ende $= k \times db = dc \times bd =$ den Parallelogram bc. Eigentlich müßte man freylich ſagen: die ganze Würkung des Dampfes auf den Kolben verhält ſich, wie das □ bc; aber jenes iſt ja eine gewöhnliche Sprache, ſelbſt der mechaniſchen Naturlehre.

Wenn aber die Dämpfe vom Keſſel abgeſchnitten werden, ſo bald der Kolben in f anlangt, ſo müſſen nun die Dämpfe in be ſich allmählig in einen größern Raum ausdehnen. In f iſt ihre Würkung noch $=$ fe $=$ k. Aber nun nimmt ſie ab. In dem willkührlichen Punkte h ſey ſie $=$ hl, ſo giebt das Mariottiſche Geſetz $hl : fe = bf : bh$. Denn der Raum des Dampfes, wenn der Kolben in h iſt, verhält ſich zu dem Raume des Dampfes, wenn der Kolben in f iſt, wie $bh : bf$. Dies iſt der Fall, wo auch h liegen mag. Nun ſey allgemein $bf = a$, fe (wie vorher) $= k$, $fh = x$, $hl = y$, $bd = h$, ſo verwandelt ſich jene Proportion in $y : k = a : a + x$, alſo $y = \frac{ak}{a + x}$. Aus dieſer Gleichung läßt ſich die krumme Linie elg konſtruiren und die Gleichung zeigt, daß ſie hyperboliſcher Natur ſey. Die Summe aller Würkungen des Dampfes in jedem Punkte des Kolbens unter fe verhält ſich, wie die Fläche elgdfe, und die ganze Würkung des Dampfes nach der neuen Art verhält ſich wie die ganze Fläche aelgdba. Folglich verhält ſich die Würkung des Dampfes nach der alten Art zu der Würkung des Dampfes nach der neuen

Art,

Art, wie a l d b ; a e g d b. Wir dürfen alſo nur die Fläche e g d f ſuchen.

Ihr Element iſt y d x (für y aus der obigen Gleichung den Werth) $= a. k. \frac{dx}{a + x}$. Das Integrale davon iſt $= a k \int \frac{dx}{a + x} + \text{const.} = a k. \log. \text{nat.} (a + x) + \text{const.}$ Für $x = o$ iſt das Integrale $= o$, alſo $a k. \log. \text{nat.} (a + o) + \text{const.} = o$. Daraus folgt $\text{const.} = - a k. \log. \text{nat.} a$. Folglich iſt das vollſtändige Integrale $= a k. \log. \text{nat.} (a + x) - a k. \log. \text{nat.} a = a k. \log. \text{nat.} \frac{a + x}{a}$.

Um die ganze Fläche e l g d f zu erhalten, ſetze man $x = f d = h - a$. Dies giebt $e l g d f = a k. \log. \text{nat.} \frac{h}{a}$. Dazu $b e = a k$ addirt, giebt $a e g d b = a k. (1 + \log. \text{nat.} \frac{h}{a})$. Nun ſey b f irgend ein aliquoter Theil von b d, z. B. der vierte, allgemein der m^{te}, ſo iſt $b f = \frac{1}{4} b d$ oder allgemein $b f = a = \frac{1}{m} h$, oder $h = m a$. Dies in den Werth für a e g d b geſetzt, giebt $a e g d b = \frac{h k}{m} \cdot (1 + \log. \text{nat.} m)$. Nun iſt $b c = h k$; alſo $b c : a e g d b = h k : \frac{h k}{m} (1 + \log. \text{nat.} m) = 1 : \frac{1 + \log. \text{nat.} m}{m}$. Eben ſo verhält ſich auch die Würkung des Dampfes in der alten Maſchine zu der Würkung in der neuen. Dies Verhältniß iſt, wie aus den Tafeln der natürlichen Logarithmen erhellet,

 für

für m = 2	1 : 0,846	
— m = 3	1 : 0,699	
— m = 4	1 : 0,596	u. ſ. w.

Läßt man daher nur ſo lange neuen Dampf aus dem Keſſel zu, bis der Kolben die Hälfte ſeines Weges gemacht hat, ſo verhält ſich die Menge des Dampfes zu der ſonſtigen Menge, alſo auch die Feuerung zu der ſonſtigen wie 1 : 2; aber die Würkungen faſt wie 4 : 5. Iſt m = 3, ſo iſt jenes Verhältniß = 1 : 3, aber dieſes faſt = 7 : 10 und wenn m = 4, das erſte = 1 : 4 das andere = 59 : 100, faſt ſo wie Watt angiebt.

Nach dieſer Theorie ließe ſich dann auch ausmachen, welches die beſte Art ſey, das Moment der Laſt zu vermindern, und den Gang der Maſchine gleichförmiger zu machen. Aber das würde mich jetzt zu weit führen. Watt ſchlägt mehrere ſinnreiche Arten vor, aber ohne Theorie und Kritik.

II. Die zweyte merkwürdige Verbeſſerung der Dampfmaſchine iſt an der auf Tab. II. abgebildeten zu ſehen. Hier iſt es nicht blos dem Pumpengeſtänge überlaſſen, durch ſein Gewicht den Kolben wieder zu heben. Der Dampf hebt ihn. Durch dies einfache Mittel wird die Gewalt der Maſchine auf eine unerwartete Art vermehrt. Der große Cylinder AB iſt wie gewöhnlich. Aber das Rohr, welches die Dämpfe aus dem Keſſel bringt, theilt ſich bey C in zwey Röhre; das eine CD führt ſie durch das Ventil a über den Kolben F, das andere EF führt ſie durch das Ventil c unter denſelben. Das Rohr GH führt die erſten, SH die letztern ins Waſſer zur Abkühlung. Der Kolben iſt im Begriff zu ſinken. Daher iſt das Ventil a und b offen; jenes, damit die Dämpfe aus dem Keſſel kommen und den Kolben nieder drucken können; dieſes, damit der Dampf unterm Kolben

ben ins Waſſer gehe. So bald der Kolben bey B iſt, fällt a und b zu (a eigentlich früher vermöge der erſten Verbeſſerung). Nun geht c und d auf. Durch c ſtrömen Dämpfe herbey, um den Kolben zu heben und durch d gehen die vorigen über dem Kolben ab ins Waſſer. Und ſo geht das Spiel wechſelsweiſe. Da der Kolben ſchon vermöge des Gegengewichts der Laſt zurück gehen würde, ſo iſt das Ende P des Balanziers mit ſo viel Gewicht beſchwert, als die hebende Kraft des Dampfes beträgt. Dies Gewicht vereinigt ſich beym Niederſinken des Kolbens mit der Kraft des Dampfes und vermehrt ſo ſehr beträchtlich die Gewalt der Maſchine. Z. B. es ſey die erſte Verbeſſerung angebracht und m = 4, ſo iſt die Gewalt der Dämpfe nach oben = 0,596, nach unten ebenfalls = 0,596; alſo iſt die geſammte Gewalt beym Sinken des Kolbens 2.0,596 = 1,192. Alſo würket dieſe Maſchine mehr, als eine andere von derſelben Größe, aber nach der alten Einrichtung, wenn die Dämpfe aus dem Keſſel ſo lange zuſtrömen, bis der Kolben am Ende iſt; und doch braucht jene nur die Hälfte des Dampfes und der Feuerung und thut in gleichen Zeiten gleich viel Züge. Nähme man m = 3, ſo wäre die Würkung = 1,398 und für m = 2 wäre ſie = 1,692.

Zur Ausgleichung der Kraft iſt bey R ein Schwungrad angebracht, das von den Zähnen an P getrieben wird.

In der Maſchine auf der Preuß. Hoheit ohnweit Hettſtädt, heben nicht die Dämpfe den Kolben in die Höhe, wie in Gehler's phyſikal. Wörterb. 5. Theil S. 223. geſagt wird. Es iſt noch keine von Watts neuverbeſſerten Maſchinen und von der vorigen kleinen nicht weſentlich verſchieden.

Um noch mehr an Feuerung zu ſparen, verbindet Watt auch zwey Maſchinen mit einander, ſo daß der

 Dampf

Digitized by Google

Dampf der erſten, ehe er ins Waſſer geht, erſt die zweyte treibt.

Zur Ausgleichung der Kräfte hat er, außer dem Angezeigten, noch manchen ſinnreichen Vorſchlag gethan, die der Theorie mehr oder weniger genügen. Am meiſten ſtimmt damit der Vorſchlag überein, nach welchen ſtatt des Balanziers Räder wie Tab. I. angebracht ſind, mit dem Unterſchied, daß hier ſtatt der dortigen Stange BF eine Kette angebracht iſt, die ſich bey dem Gange der Maſchine auf ein Spirale des Rades No. 1. aufwickelt und von einer andern Spirale No. 2. abwickelt und ſo wechſelsweiſe.

III. Noch will ich zum Schluſſe ſeiner neueſten Dampfmaſchine erwähnen, die ſich in Anſehung der Form von der gewöhnlichen ganz unterſcheidet, in der ſich aber die Würkung der Dämpfe erſtaunend weit treiben läßt. Siehe Tab. III.

No. 1. AD iſt der Durchſchnitt eines horizontal liegenden mit einem ſchlechten Wärmeleiter (bey Watt immer mit Dampf) umgebenen Cylinders von Eiſen. Er iſt inwendig genau gearbeitet und an beiden Enden verſchloſſen. Mitten durch ihn geht ein andrer Cylinder B, der mit ihm eine gemeinſchaftliche Achſe hat, ſich um ſeine Achſe drehen läßt, und durch die Deckel des großen Cylinders dampfdicht durchgeht. Dieſer innere Cylinder B wird vermittelſt eines Flügels C, der genau an die innre Wand des großen Cylinders AD anpaßt, durch den Dampf um ſeine Achſe hin und her gewälzt, und eben dadurch die Würkung der Maſchine hervorgebracht. Der Flügel C iſt eine Platte von Eiſen mit B unbeweglich verbunden und bey m, wie der Kolben der gewöhnlichen Maſchine, dampfdicht gemacht. Durch die Vorrichtung pnq iſt erreicht, daß der Flügel C den innern Raum des großen Cylinders in zwey von einander ganz abgeſchnittene Theile

theilt.

theilt. An r dreht ſich B dampfdicht. Das übrige iſt aus der Zeichnung klar. Durch E kommen die Dämpfe aus dem Keſſel, gehen durch das Ventil a und treiben den Flügel C und mit ihm B in der Richtung m D A herum. Die Dämpfe über ihm vom vorigen Drehen finden durch b und G den Weg ins Waſſer. Sobald C bey L anlangt, fällt a und b zu, c und d geht auf. Die Dämpfe dringen durch c, treiben C zurück und die Dämpfe über C gehen durch d ins Waſſer u. ſ. w. I K ſind Luftpumpen, wie gewöhnliche.

No. 2. Tab. III. zeigt, wie die Maſchine das Pumpengeſtänge und auch den Steurungsbaum treiben kann.

Watt hat ſelbſt ein Mittel angegeben, wie dieſe abwechſelnd wiederkehrende Bewegung in eine ſtetige verwandelt werden kann.

Dickinſon hat dieſe Rotationsmaſchine (wie er ſie nennt) ſehr erweitert und darüber ein Patent erhalten.

Halle, im Januar 1797.

G. W. Mundt,
Lehrer am Königl. Pädagogium.

igitized by Google

2.

Entwurf zur Verbeſſerung der Einrichtung beym Brandlöſchen,

von

Herrn van Marum,

in Haarlem *).

Haarlem, den 31ten Febr. 1797.

Der Bürger van Marum, hat am verwichenen Sonnabend in einer Vorleſung in Teylers Stiftung angegeben, wie man das, was er in der vorletzten Vorleſung durch ſeine Proben mit dem Brandlöſchen gezeigt hatte, ſich zur Verbeſſerung der Einrichtung beym Löſchen des Feuers zu Nutze machen könnte; auch hat er zugleich einen Entwurf an die Hand gegeben, wie man hier in dieſer Stadt ſchleunig eine ſolche Verbeſſerung würde bewerkſtelligen können. — Er hat ſich bereitwillig gefunden, dem Verfaſſer dieſes Wochenblatts, welcher ſelbſt dieſer Vorleſung beygewohnt hat, Nachfolgendes, nebſt dem angeführten Plane, zur Einrückung in dieſes Blatt mitzutheilen.

„Ich

*) Aus der Nieuwe algemene Konſt en Letterbode. van 16. Febr. 1797. — Dieſer und die folgenden Aufſätze, ſtehen mit dem oben (B. III. S. 134. ff.) unſern Leſern mitgetheilten in Beziehung. G.

„Ich habe durch die in der vorigen Stunde ange-
„ſtellten Proben gezeigt, daß eine geringe Quantität Waſ-
„ſer, wenn ſie gut angewandt wird, einen ſehr heftigen
„Brand löſchen kann. Sie werden ſich noch erinnern,
„daß ich ein gewöhnliches Theerfaß, welches ſo ſtark
„brannte, daß man ſich demſelben bis auf eine Entfer-
„nung von 5 Fuß kaum nähern durfte, mit $\frac{1}{4}$ Pfund
„oder ungefähr $\frac{1}{4}$ Nöſel Waſſer gänzlich gelöſcht habe.
„Dieſer Verſuch zeigt alſo deutlich, daß eine weit gerin-
„gere Quantität Waſſer, als zu den gewöhnlichen Brand-
„ſprützen erfordert wird, im Stande iſt, einen großen
„Brand zu löſchen; und daß alſo kleinere Sprützen, als
„die gewöhnlichen zum Löſchen eines ſtarken Brandes
„hinlänglich ſind.

„Eine ſolche tragbare Sprütze, wie die, welche
„Sie ſahen, die ein Mann leicht dahin tragen kann, wo
„das Feuer iſt, giebt, wie ich Ihnen jetzt zeigen will,
„ſo viel Waſſer, daß keiner von Ihnen, der meine vori-
„gen Verſuche in Anſehung des Löſchens geſehen hat, nur
„einen Augenblick zweifeln kann, daß dieſe Quantität
„Waſſer mehr als hinlänglich ſeyn wird, um jedes Feuer,
„ſo lange es ſich nur über ein Zimmer, oder einen kleinen
„Theil eines Gebäudes erſtreckt, zu löſchen, es mag ſo
„heftig ſeyn als es will. Ein jeder von Ihnen ſieht leicht
„ein, welchen großen Nutzen man in den meiſten Fällen
„beym Löſchen des Brandes von einer ſolchen tragbaren
„Sprütze würde ziehen können, indem man ſie überall,
„wo Brand entſteht, bey der Hand hat. Dieſe tragba-
„re Sprütze würde alſo immer, wenn ſie in jedem Quar-
„tier vorhanden wäre, ohne Zeitverluſt nach der Stelle
„hingebracht werden können, wo das Feuer iſt, es möge
„ſeyn in welchem Theile des Gebäudes es wolle. Die
„hiezu nöthige Quantität Waſſer, iſt in jedem Hauſe vor-
„handen, worin nur eine Pumpe iſt, und kann in Ey-
„mern

„mern zugetragen werden. Zwey Leute können dieſe
„Sprütze regieren; der eine pumpt, und der andere hält
„die Schlange der Sprütze. Selbſt Ein Mann kann,
„wenn es darauf ankömmt, pumpen, drücken, und die
„Schlange halten. Ein, zwey, oder höchſtens drey Ey-
„mer Waſſer, werden allezeit, wenn die Sprütze gut
„regiert wird, hinlänglich ſeyn, den heftigſten Brand,
„der nur in einer gewöhnlichen Stube, oder in einem
„andern Theile eines gewöhnlichen Hauſes entſtehen kann,
„zu löſchen.

„Da dieß nun ſo iſt, und Niemand nach den bishe-
„rigen Verſuchen daran zweifeln kann, ſo ſehen Sie von
„ſelbſt ein, wie ſehr es zu wünſchen wäre, daß alle Quar-
„tiere unſerer Stadt mit ſolchen kleinen Sprützen verſe-
„würden, und zwar auf die Art, daß jeder Bürger, ſo
„bald als Feuer in ſeinem Hanſe entſtände, die Sprütze
„aus ſeinem Quartiere holen könnte.

„Hiervon überzeugt, habe ich mich bemüht, einen
„Plan auszufinden, nach welchem dieſe Stadt in kurzer
„Zeit mit einer hinlänglichen Anzahl ſolcher kleinen Sprü-
„tzen verſehen werden könnte, um hierdurch ſo viel als
„möglich einem ſolchen ſchrecklichen und zerſtöhrenden
„Brande als wir vor einigen Tagen hier erlitten haben,
„zuvorzukommin. Der Anblick der hierdurch angerichte-
„ten Zerſtöhrung, und der noch viel größern Gefahren, die
„uns der heftige Froſt, welcher die gewöhnlichen Brand-
„ſprützen faſt unbrauchbar macht, androhet, hat mich
„am meiſten angetrieben, alles, was in meinen Vermö-
„gen ſteht, anzuwenden, um dergleichen Unglück und Ge-
„fahren in der Folge ſo viel als möglich zu verhüten.

„Die tragbare Brandſprütze, welche ich empfehle,
„hat außer dem bereits gemeldeten auch noch dieſen Vor-
„theil vor den übrigen Brandſprützen voraus, daß ſie in
„einem

Digitized by Google

„einem Keller, worinnen es nicht friert, und dergleichen „leicht in jedem Quartiere zu finden iſt, bewahrt wer„den kann, und daß ſie alſo auch bey dem ſtärkſten Froſt „augenblicklich im Gang zu bringen iſt.

„Da ferner eine ſolche Sprütze im Hauſe, und nahe „beym Feuer gebraucht wird, ſo iſt auch ganz und gar „nicht zu beſorgen, daß ſie bey ſtarkem Froſte, vor oder „während dem Sprützen unbrauchbar werden ſollte, wel„ches bey den gewöhnlichen Sprützen, wie wir neulich „geſehen haben, ſehr ſchwer zu verhüten iſt *).

„Ich will Ihnen nun, um Sie dazu zu bewegen, „den Plan mittheilen, den ich zur Erreichung des ge„meldeten Endzwecks gemacht habe.

„Eine Stadt, wie dieſe, würde in kurzer Zeit in „den meiſten Quartieren, mit ſolchen tragbaren Sprü„tzen verſehen werden oder doch davon Gebrauch ma„chen können; — indem, erſtlich, in jedem Quartiere, „worin wohlhabende Bürger wohnen, einer oder meh„rere derſelben, auf ihre Koſten eine ſolche Sprütze, die „nur 12 Ducaten koſtet, ſich anſchaffen, und ſie dem „Quartiere zum Gebrauche überlaſſen könnten — und „indem, zweytens, die Aufſeher der öffentlichen Gebäu„de, Kirchen, oder anderer Stiftungen, ſolche kleine „Sprützen zum Gebrauche derſelben verfertigen ließen; „und ſie an die in der Nähe liegenden Quartiere aus„leihen wollten, die nicht dergleichen beſitzen.

„Die den Quartieren gehörenden Sprützen können „in einem ſolchen Hauſe eines jeden Quartiers bewahrt „werden, welches mit einem guten Keller verſehen iſt, „worin ſie des Winters vor ſtarkem Froſt, und daraus „ent-

*) Ein Zuſatz von Salz zum Löſchwaſſer verhütet das Gefrieren deſſelben kräftig; und der gerühmte Nutzen unſerer hieſigen Soole beym Löſchen beſteht eben darin, daß ſie bey unſerer gewöhnlichen Winterkälte nicht gefrieret. G.

„entſtehender Unbrauchbarkeit geſichert ſind. Das Haus, „worin die Sprütze bewahrt würde, müßte ein Zeichen „haben, woran jeder Bürger wiſſen könnte, wo ſie, ſo „bald als Feuer in ſeinem Hauſe entſtände, zu holen „wäre; oder man würde wohl in den meiſten, wo nicht „in allen Quartieren, Gelegenheit finden können, eine „ſolche Sprütze an der Straße, zur Seite eines Hau„ſes, oder unter einer Bank in einem Kaſten zu ver„ſchließen, wovon jeder Bürger einen Schlüſſel hätte. „Und um niemals nach dem Schlüſſel von dem Sprü„tzenkaſten zu ſuchen, würde man eine ſonſt gebräuchliche „Einrichtung befolgen können, wodurch aller Verzöge„rung, die ſonſt durch dies Suchen entſtehen könnte, „ganz könnte abgeholfen werden.

„Das Stellen der Sprütze in einem Kaſten an der „Straße würde den Vortheil haben, daß man durchge„hends des Nachts eher zu der Sprütze gelangen könnte, „als wenn ſie in einem Hauſe aufbewahrt würde. Die „Sprütze würde dann nur bey ſtarken Froſt aus den an„geführten Urſachen in den Keller des einen oder des an„dern Hauſes, welches den Quartieren durch das Zei„chen bekannt wäre, geſtellt werden müſſen.

„Die Sprütze eines jeden Quartiers müßte ein„oder mehrmal des Jahres der Sicherheit wegen durch „die Aufſeher des Quartiers unterſucht, und müßten alle „Bürger des Quartiers zu dieſer Unterſuchung zuſam„men gerufen werden, um die einfache Behandlung die„ſer kleinen Sprütze kennen zu lernen: damit jeder deſto „beſſer im Stande wäre, ſobald Brand bey ihm, oder „bey ſeinen Nachbarn entſtände, davon den beſten Ge„brauch zu machen.

„Wenn ſo unſere Stadt auf dieſe oder eine ähnliche „Art mit ſolchen kleinen Brandſprützen verſehen wäre, „ſo würde es aller Wahrſcheinlichkeit nach ſelten mißlin-

„gen, eine jede Feuersbrunſt in ihrer Geburt zu erſti-
„cken. Wer je den Fortgang eines eben angefangenen
„Brandes geſehen hat, der weiß, wie ſchnell das Feuer
„jeden Augenblick zunimmt, und begreift alſo leicht,
„daß eine kleine Brandſpritze, wie dieſe, wenn ſie gleich
„beym erſten Anfang gebraucht wird, viel gewiſſer die
„Flamme löſchen wird, als eine Menge gewöhnlicher
„Brandſprützen, wenn das Feuer bereits überhand ge-
„nommen hat.

„Es iſt alſo zu wünſchen, daß der vielfältige Nu-
„tzen, eine ſolche Sprütze gleich bey der Hand zu haben,
„den begüterten Bürgern dieſer Stadt einleuchten möge,
„und daß ſie hiedurch bewogen werden, die geringen Ko-
„ſten, die nach dem vorgelegten Plane erfordert werden,
„gern zu tragen, um dadurch ihre Beſitzungen und die
„ihrer mindervermögenden Mitbürger gegen den zerſtöh-
„renden Brand mit mehrerer Sicherheit zu bewahren.

„Gern will ich alles, was in meinem Vermögen
„ſteht, dazu beytragen, um dies hellſame Vorhaben
„befördern zu helfen. Dieſe Sprütze, die in einem
„Hauſe, wie ich ſchon oft zu erkennen gegeben habe,
„zum Dienſte meiner Nachbarn und eines jeden, der ſie
„zum Löſchen des Brandes verlangen würde, ſeit vielen
„Jahren bereit ſtehet, kann bey mir von einem jeden,
„dem daran gelegen iſt, in Augenſchein genommen wer-
„den. Sie iſt von J. Baauw, ehemaligen phyſiſchen
„Inſtrumentenmacher zu Leiden gemacht, doch kann
„ſie leicht durch jeden, der Brandſprützen und phyſica-
„liſche Inſtrumente verfertigt, nachgemacht werden."

Digitized by Google

3.
Weitere Nachrichten
von
den van Marumſchen Verſuchen, das Feuer zu löſchen *).

Haarlem, den 16ten May 1797.

Doctor van Marum machte hier vorige Woche zwey Verſuche, um zu zeigen, daß man durch eine kleine Sprütze, welche Ein Mann tragen kann, und mit wenigem Waſſer, wenn dies gut angewandt wird, einen ſehr heftigen Brand löſchen kann. Zu dieſem Ende ließ er auf Koſten von van Teylers Stiftung, und mit Vorwiſſen und Genehmigung der Stadtobrigkeit, auf dem bey dieſer Stadt gelegenen Harmen Janſens Felde, eine Hütte von trockenem, alten Holze aufſchlagen, wie eine große Stube, nemlich 24 Fuß lang, 20 Fuß breit und 14 Fuß hoch. An der Süd-Oſtſeite waren zwey Thüren, und an der Süd-Weſtſeite zwey Oeffnungen, wie große Fenſter. Oben auf der Hütte lagen drey Bündel mit Spänen, welche mit Stricken an einen runden Pfahl gebunden waren, der 27 Fuß hoch über der Erde ſtand. Damit nun dieſe Hütte deſto heller auflodern möchte, war ſie oben offen, auch ſtand ſie einen halben Fuß über der Erde, um durch den Durchzug der Luft den Brand deſto ſtärker anzufachen. Die innere Seite war rund herum ganz mit Theer beſtrichen, und mit Matten von Schilf 10 Fuß hoch bekleidet. Dieſe Matten waren auch

*) Ebendaſ. vom 19ten May 1797.

Digitized by

auch kurz vor der Anzündung von oben bis unten reichlich mit Theer beſtrichen, und unten an denſelben waren Hobelſpäne befeſtigt. Mit dieſer ſo eingerichteten Hütte machte er den erſten Verſuch den 8ten May in Gegenwart der Directoren der Teylerſchen Stiftung und anderer Zuſchauer. Es war damals ſo ein ſtarker Wind, daß die Mühlen mit halbem Seegel herumgiengen. Als nun die Hobelſpäne rund herum angeſteckt waren, ſtanden die betheerten Schilfmatten bald in vollen Flammen. Das Feuer, welches durch den Wind nicht wenig angeblaſen wurde, war ſo heftig, daß die Zuſchauer allgemein dachten, und viele derſelben auch ausriefen, es ſey nicht möglich dies Feuer zu löſchen. Als nun das Schilf verbrannt war, ſtand das Holz an der innern Seite der Hütte rund herum in vollen Flammen. Der Wind jagte auch die Flamme durch die Ritzen zwiſchen den Brettern der Süd-Oſtſeite, ſo daß dieſe Seite der Hütte auch von außen größtentheils brannte. Darauf ließ Dr. van Marum eine kleine Brandsprütze vor der Thüre nahe bey der Nordecke der Hütte in Bewegung ſetzen. Er ſelbſt ſtellte ſich vor dieſe Thüre hin, ſo nahe, als die Hitze des Feuers ſolches zuließ, und brachte den Waſſerſtrahl zuerſt auf die Nord-Oſtſeite, ſo nahe bey der Thüre, als es angieng, und leitete denſelben, ſo bald die Flamme an der durch das Waſſer befeuchteten Stelle gelöſcht war, längſt dieſer Seite fort, hernach längſt der Nord-Weſtſeite, und der Süd-Weſtſeite. Ehe das Becken der Sprütze, welches drey Eymer Waſſer enthielt, ledig war, waren dieſe drey Seiten gelöſcht. Man ſtellte auch eine ſolche Sprütze vor eine der gemeldeten Oeffnungen der Süd-Weſtſeite, und hiermit löſchte man in ſehr kurzer Zeit die Süd-Oſtſeite; dies hätte auch durch die nemliche Sprütze, womit die erſtgemeldeten Seiten gelöſcht waren, geſchehen können; doch die Furcht der Helfer machte, daß man eine andere Sprütze ergriff,

welche aus Vorſorge bey der Hand war. Mit ungefähr fünf Eymern Waſſer, ſo viel man hat nachzählen können, war dieſer heftige Brand ſo weit gelöſcht, daß jetzt nur noch hie und da zwiſchen den Ritzen der Bretter, und in den Spalten und Speicherlöchern des alten Holzes einiges Feuer geſehen wurde, welches durch den Wind angeblaſen, an verſchiedenen Stellen auch wieder kleine Flammen erweckte. Man hatte jetzt Zeit alles, was noch glimmte, zu löſchen, und man bediente ſich dazu der nemlichen Sprützen; dieß hätte man, wie der folgende Verſuch lehrt, mit viel weniger Waſſer ausrichten können, indem man dazu andere Geräthſchaften bey der Hand hatte.

Der zweyte Verſuch geſchah den 11ten May, Nachmittags um 5 Uhr, in Gegenwart vieler hundert Zuſchauer. Die Hütte war nach dem Verſtopfen der Ritzen zwiſchen den Brettern, die durch den vorigen Brand an einigen Stellen ſehr vergrößert waren, jetzt wieder auf gleiche Art eingerichtet, als beym erſten Verſuche. Das Holz nämlich war erſt von neuem mit Theer beſtrichen, darauf an allen Seiten mit Schilfmatten bekleidet, die wieder kurz vor dem Verſuche reichlich mit Theer beſtrichen, und unten mit Hobelſpänen verſehen waren. Die Anzündung geſchah wieder gleichzeitig an allen Seiten, ſo daß die Hütte ſehr ſchnell inwendig rund herum in vollen Flamen ſtand. Die Flamme ſtieg verſchiedene Fuß hoch über den Pfahl. Als die Hütte ſchon vier Minuten gebrannt hatte, begann Dr. van Marum auf gleiche Art als beym vorigen Verſuche, durch die Thüre nahe bey der Nordecke die Nord-Oſtſeite, und darauf die Nord-Weſtſeite zu beſprützen. Als hier die Flamme gelöſcht war, ſtellte er die nemliche Sprütze vor eines der Fenſterlöcher, und löſchte ſo die Süd-Oſtſeite. Hierauf ſtellte man die Sprütze vor die Thüre nahe bey der

Weſt-

Weſtecke, und nun löſchte er die Süd-Weſtſeite. Zuletzt ſtellte er die Sprütze in die Hütte ſelbſt, das Wenige, was von der Flamme in einigen Ecken und Ritzen noch übrig blieb, zu löſchen.

Nach den Wahrnehmungen vieler Zuſchauer war dieſer Brand nach dem Anfange des Sprützens in drey Minuten ſo weit gelöſcht, daß das Holz nur noch hie und da glimmte, und an einzelnen Stellen zwiſchen den Ritzen wieder einige Flamme faßte: doch dies alles war von ſo geringem Belange, daß die Kohlen durch eine naſſe an einen Stock geſteckte Frießdecke, und durch eine gewöhnliche Gartengießkanne gedämpft wurden.

Ehe man die Sprütze in Gang brachte, wurde das Sprützenbecken mit drey Eimer Waſſer gefüllt, die man aus einer Wanne ſchöpfte: während des Sprützens goß man noch einen Eymer Waſſer hinein, und nach dem Löſchen blieb darin ungefähr noch ein Eymer Waſſer übrig; ſo daß der ganze Brand vermittelſt dieſer Brandſprütze mit drey Eymer Waſſer gelöſcht wurde, außer dem, was nachher zur Ausdämpfung der Gluth gebraucht wurde.

Daß nicht allein das Schilf, ſondern auch das Holz dieſer Hütte überall in vollem Brande ſtund, hat ein jeder nach dem Löſchen ſehen können: ſo daß nicht ein Daumenbreit Holz an der innern Seite der Hütte zu finden war, welches nicht mehr oder weniger tief eingebrannt war. An den meiſten Stellen war das Holz beynahe vier Zoll eingebrannt, und an einigen noch viel tiefer. Solches iſt auch noch heute zu ſehen, weil die Hütte zu dieſem Ende einige Tage ſtehen geblieben iſt.

Das große Aufheben, welches man im Jahr 1794 in ausländiſchen Journalen und fliegenden Blättern von einem gewiſſen Schwediſchen Löſchmittel machte, hat zu dieſen Verſuchen die erſte Veranlaſſung gegeben.

Digitized by Google

Dr. van Marum verſuchte dies Mittel im Anfange von 1795, und zwar in Vergleichung mit dem Waſſer; er fand nun, daß er mit einer ſehr geringen Quantität Waſſer, welches wohl angewandt wird, das Brennen der brennbarſten Materien löſchen könne, und daß er durchgehends hierzu eine größere Quantität der Schwediſchen Löſchungsfeuchtigkeit, als vom gewöhnlichen Waſſer nöthig habe. (Von dieſen Verſuchen bey der Teylerſchen Anſtalt, die in Gegenwart vieler Zuſchauer angeſtellt wurden, findet man eine Erzählung im neuen Journal der Phyſik B. III. S. 134.) Dieſe Verſuche, und eine kurz darauf erfolgte heftige Feuersbrunſt hier in dieſer Stadt, gaben ihm Veranlaſſung, zu dem Gebrauch kleiner tragbaren Brandſprützen. Er ſuchte alſo ſeine Stadtgenoſſen zu überzeugen, daß es ſelten mißlingen würde, einen jeden Brand beym Anfange zu löſchen, wenn man in jedem Quartiere eine ſolche kleine Brandſprütze bey der Hand hätte; und er legte ihnen einen Plan vor, nach welchem jedes Quartier mit ſehr geringen Koſten und zum allgemeinen Nutzen für einen jeden Einwohner mit einer ſolchen kleinen Sprütze verſehen ſeyn könnte. (Man ſehe den vorigen Aufſatz.) In verſchiedenen Quartieren, vorzüglich in ſolchen, worin Leute wohnten, die ſeine Verſuche geſehen hatten, hat man ſeinen Rath befolgt: doch viele, die ſie nicht geſehen hatten, haben die Würkung der kleinen Sprützen bey einem ſtarken Brande in Zweifel gezogen und widerſprochen, und hierdurch den allgemeinen Gebrauch derſelben aufgehalten. Um allen Zweifel und Widerſpruch dagegen zu vernichten, und ſeine Mitbürger zu überzeugen, daß ſie für die ſehr geringen Unkoſten für ihren Antheil bey ſolchen Quartierſprützen ihre Beſitzungen gegen den Fortgang des Feuers am beſten bewahren können, hat Dr. van Marum dieſe öffentlichen Verſuche angeſtellt. Der Erfolg derſelben bewährt ganz gewiß

den

Digitized by Google

den Gebrauch ſolcher Quartierbrandſprützen aufs höchſte an. Sie haben, wie man geſehen hat, nicht allein den Vortheil, daß ſie augenblicklich in Gang gebracht, und nur durch zwey Leute regiert zu werden brauchen, ſondern ſie können noch überdas wegen ihrer Leichtigkeit bequem an das Feuer gebracht, und ſo geſtellt werden, daß das Waſſer mit dem größten Vortheile und ohne Vergeudung angewandt werden kann.

Es iſt wahr, man wird die Quartierſprütze durchgehends nicht eben ſo ſchnell in Gang bringen können, als bey dieſem Verſuche geſchehen iſt: aber dagegen muß man hier auch erwägen, daß das Feuer in einem Hauſe faſt nie ſo ſchnell zunehmen kann, als bey dieſem Verſuche, weil hier alles vorſätzlich eingerichtet war, um dieſe Hütte aufs allerſchleunigſte in volle Flamme zu ſetzen, damit hierdurch dieſe Verſuche deſto überzeugender werden möchten.

Man kann alſo nach dieſen Verſuchen wohl nicht mehr daran zweifeln, daß ſolche kleine Brandſprützen, wenn ſie allgemein in den Quartieren vorhanden wären, faſt in den meiſten Fällen zureichen würden, das Feuer gleich im Anfange zu erſticken: weil dann ein jeder in wenig Minuten die Quartierbrandſprütze bey einem Brande, der in ſeinem Hauſe entſtände, würde holen, und alſo denſelben mit wenig Mühe und Umſtänden würde löſchen können, da die Behandlung dieſer Sprützen ſo bequem iſt, daß ſie ein jeder handhaben und regieren kann.

Man ſieht überdies aus dieſen Verſuchen, daß es vergeblich iſt, ſich nach einem anderen Löſchmittel, oder einer andern Löſchfeuchtigkeit umzuſehen: weil ſie lehren, daß man durch eine geringe Quantität Waſſer, wenn es wohl angewandt wird, einen ſtarken Brand löſchen kann.

Digitized by Google

4.

Bericht
des
Herrn van Marum,
betreffend
den Gebrauch einer tragbaren Brandſprütze, um damit aufs ſchleunigſte Feuer zu löſchen *).

Mit vielem Vergnügen habe ich aus dem mir mitgetheilten Decret der Nationalverſammlung vom 30ſten May erſehen, daß ſie die Verſuche, die ich zur Verbeſſerung der Einrichtung beym Brandlöſchen angeſtellt habe, ihrer Aufmerkſamkeit gewürdiget, und daß ſie decretirt hat: Zu erklären, daß, um von dem von mir gebrauchten Werkzeuge den beſten Nutzen ziehen zu können, es der Verſammlung angenehm ſeyn werde, wenn ich über das erwähnte Inſtrument, und meine gemachten Verſuche einigen näheren Unterricht und Belehrung an das Publicum durch den Druck bekannt machen wollte. Durch folgendes will ich alſo dem Wunſche der Nationalverſammlung ein Genüge zu leiſten ſuchen.

Der gute Erfolg meiner Verſuche in Anſehung des Brandlöſchens, die ich den 8ten und 11ten May allhier angeſtellt habe, iſt keinesweges einer beſonderen Erfindung, oder einer beſonderen Einrichtung der tragbaren Brand-

*) Ebendaſ. No. 181. vom 16ten Jun. 1797.

Digitized by Google

Brandſprütze zuzuſchreiben, ſondern allein der Art und Weiſe, wie ſie von mir gebraucht iſt. Denn die Spritze beſteht eben ſo, wie die gewöhnlichen Brandſprützen, aus einem kupfernen Becken, worin das Waſſer durch eine Pumpe gepreßt, und woraus es durch die darin comprimirte Luft getrieben wird. Ich brauche alſo nur anzugeben, was man zu Folge meiner Unterſuchungen zu thun habe, um durch eine kleine, oder tragbare Brandſprütze einen ſtarken Brand in kurzer Zeit zu löſchen.

Die von mir im Jannar 1795 in Anſehung des Brandlöſchens angeſtellten Verſuche, haben mich gelehrt, daß, um bey jedem Brande die Flamme aufzuhalten, man nur die Oberfläche der brennenden Sache an der Stelle, wo die Flamme auflodert, zu befeuchten braucht; auch haben ſie zugleich gelehrt, daß nur ſo viel Waſſer, als hierzu erfordert wird, auch in jedem Falle hinlänglich iſt, die Flamme zu löſchen: wenn nur das Befeuchten der brennenden Stelle ordentlich geſchieht. Deswegen muß man beym Sprützen vorzüglich darauf Achtung geben, daß man den Strahl ſo lenke, daß die ganze Oberfläche der brennenden Stelle vom Waſſer befeuchtet und gelöſcht werde, und zwar auf eine ſolche Art, daß zwiſchen beiden keine brennenden Stellen übrig bleiben. Denn, giebt man hierauf nicht Achtung, ſo verdampft die Hitze der hie und da noch gebliebenen Flamme ſchnell das Waſſer, womit das gelöſchte Holz angefeuchtet iſt, und dies geräth denn wieder aufs neue in Brand.

Aus dieſer allgemeinen Regel, welche uns die angeführten Verſuche gelehrt und feſtgeſtellt haben, iſt es nun leicht abzunehmen, was man in jedem Falle zu thun hat, um durch eine kleine oder tragbare Brandſpritze aufs ſchleunigſte das Feuer zu löſchen. 1) Wenn ſich der Brand nur erſt über ein einzelnes Zimmer erſtreckt, ſo wird man am beſten thun, dieſelbige Manier

zu befolgen, wovon man den guten Erfolg durch die bekannten Verſuche vom 8ten und 11ten May geſehen hat, und welche ſchon in dem Bericht über die Verſuche hauptſächlich angegeben iſt. Man ſtelle nemlich die Sprütze vor die Thüre, oder vor ein offenes oder zerbrochenes Fenſter des Zimmers, und nun beſprütze man erſt denjenigen Theil, der am nächſten bey der Thüre oder dem Fenſter iſt, wodurch die Sprütze geht; und ſo bald die Flamme an der vom Waſſer berührten Stelle erlöſcht (welches, wie man ſehen wird, ſogleich geſchieht), ſo muß man in der größten Geſchwindigkeit die nächſten Theile beſprützen, und auf ſolche Art den Strahl im Zimmer fortleiten, daß keine brennende Stellen zwiſchen den gelöſchten übrig bleiben. So bald man nun den Strahl auf dieſe Art ſo weit im Zimmer herumgeleitet hat, als beym Stande der Sprütze geſchehen kann, ſo bringe man die Sprütze vor ein anderes Fenſter oder Oeffnung des Zimmers, und man beſprütze wieder eben ſo, alles was man mit dem Strahl erreichen kann. Auf dieſe Art dämpft man das Feuer beynahe ſo weit, daß man die Sprütze in das Zimmer tragen kann. So bald dies angeht, ſo wird man in einem Augenblick alles, was noch brennt, oder glimmt, auslöſchen können.

In verſchiedenen Fällen kann man durch den Rauch, oder Dampf gehindert werden, ſich in oder ſehr nahe bey der Thüre des brennenden Zimmers zu ſtellen: in dieſem Falle muß man durch ſchleuniges Oeffnen oder Aufbrechen der Fenſter dem Rauche einen Ausgang verſchaffen. Je höher die Oeffnung gemacht wird, deſto beſſer wird der Rauch herausziehen: man wird daher am beſten thun, den oberſten Theil der Fenſter zu öffnen, oder in Stücken zu ſchlagen.

2) Wenn das Feuer ſich nicht mehr über das Zimmer, oder die Stelle erſtreckt, wo es entſtanden iſt, ſondern

dern ſchon in das obere Stock vorgedrungen iſt, muß man mit der tragbaren Sprütze das Löſchen da anfangen, wo das Feuer ſeinen Urſprung genommen hat, um hernach zu den oberen Theilen des Brandes fortzugehen. Jeder Brand wird allezeit am ſchnellſten gelöſcht werden, wenn man von unten anfängt; denn ſonſt wird oft das, was oben an einem Gebäude gelöſcht iſt, durch die Flammen, die aus den niedrigeren Theilen aufſteigen, von neuem wieder angezündet. Eine ſolche Sprütze, als ich gebraucht habe, kann leicht die Treppen hinaufgetragen, und überall nahe an das Feuer gebracht werden: ſie iſt deßwegen, ſo lange der Brand nicht ſo weit überhand genommen hat, daß ſolches unmöglich iſt, ein viel geſchickteres Werkzeug, als die gewöhnliche große Brandſprütze, um das Feuer auf eine ordentliche Art, und alſo am ſicherſten und ſchleunigſten zu löſchen.

3) Wenn auch das Feuer ſich zur Seite weiter ausgebreitet hat, als die Stelle, wo es entſtanden iſt, ſo muß man da beginnen, wo er am heftigſten iſt, und allezeit in die ſtärkſte Gluth geradezu hineinſprützen, ſo, daß das Waſſer immer das berühre, woraus die Flamme hervorkommt. Nie ſollte man ſich durch die Heftigkeit des Feuers abſchrecken laſſen. Man erinnere ſich meines erſten Verſuchs vom 8ten May, wo das Feuer von allen Zuſchauern für unauslöſchlich gehalten wurde, und welches doch in wenig Minuten durch fünf Eymer Waſſer gelöſcht wurde.

Man kann ſich zu Folge meiner Verſuche darauf verlaſſen, daß, um in allen Fällen das Feuer zu löſchen, man nur auf die brennende Stelle ſo viel Waſſer zu bringen braucht, daß die Oberfläche dadurch berührt wird. Dies iſt alles, was zum Brandlöſchen erfordert wird, von welcher Art auch die Brennſtoffe ſeyn mögen. Es haben ja meine Verſuche mit dem Löſchen angeſteckter

Theerfäſſer — auf einander gethürmter Pechkränze — mit einer Miſchung von Pech und Theer überzogener Bienenkörbe — angezündeter brennender Oele und dergleichen, hinlänglich gezeigt, daß die brennbarſten Stoffe ſogar mit ſehr wenigem Waſſer gelöſcht werden können, wenn nemlich nur die Oberfläche der brennenden Stoffe, ſo weit daraus die Flamme hervor kommt, mit dem Waſſer erreicht werden kann.

Um allen meine Meynung betreffenden Mißverſtändniſſen vorzubeugen, halte ich für nöthig hinzu zu fügen, daß ich durch mein Anrühmen der kleinen oder tragbaren Brandſprützen den Gebrauch der gewöhnlichen großen Brandſprützen keinesweges ganz abrathen will. Wenn ein Gebäude von beträchtlicher Höhe ſo weit durch das Feuer angegriffen iſt, daß es nicht mehr angeht, eine tragbare Sprütze nahe an das Feuer zu bringen, ſo wird man mit mehr Vortheil von den gewöhnlichen großen Brandſprützen Gebrauch machen können.

Beym Gebrauch der großen Sprützen wird es auch beſſer gelingen, wenn man das zu Herzen nimmt, was meine Verſuche gelehrt haben. — 1) Daß kein Feuer, von welchem Brennſtoff es auch ſeyn möge, unlöſchbar ſey: daß man deßwegen nie, das, was einmal brennt, muß brennen laſſen; und daß man alſo nie die Sprützen allein zur Beſchützung der nächſten Gebäude gebrauchen muß, wie es aus dem ſchädlichen Vorurtheil der Unlöſchbarkeit bey einem heftigen Brande oft geſchehen iſt. — 2) Daß man damit anfangen muß, gerade in die ſtärkſte Gluth zu ſprützen, und daß man immer das Waſſer zuerſt dahin bringen muß, wo die ſtärkſten Flammen hervorlodern, und daß man hierauf, wie oben geſagt iſt, nach der Ordnung fortfahre. — 3) Daß man mit dem Löſchen, ſo viel wie möglich, von unten anfange.

Nach-

Nachdem meine Verſuche bewieſen haben, wie ſehr eine kleine oder tragbare Brandſprütze dazu geſchickt iſt, einen ſehr heftigen Brand in kurzer Zeit zu löſchen, ſo iſt es zu wünſchen, daß man allgemein auf Mittel bedacht ſey, um ſie überall in den Städten bey der Hand zu haben und auch die Dörfer damit zu verſehen, und daß der geringe Preis einer ſolchen Sprütze, nemlich 12 Ducaten, viele begüterte Leute, und vorzüglich die Eigenthümer von Fabriken, worin Brennſtoffe gebraucht werden, antreiben möge, zum Schutze ihrer eigenen Beſitzungen, und zum Dienſte ihrer Nachbarn, ſolche tragbare Brandſprützen in ihren Häuſern oder Fabriken anzubringen. Im Januar 1795 habe ich bereits einen Plan entworfen, nach welchem man jedes Quartier mit ſehr geringen Koſten und zum allgemeinen Nutzen eines jeden Einwohners, mit einer ſolchen Sprütze verſehen könnte. Wahrſcheinlich wird man an einigen Orten hiezu noch einen viel bequemeren Weg einſchlagen können, wenn man hiezu ſolche Gelder gebrauchte, die ſonſt nur unnütz angewendet werden. Solche Quartierbrandſprützen müßten (wie man es hier in der Stadt ſchon in einigen Quartieren gethan hat) in einem Kaſten an der Straße geſtellt werden, wozu jeder Einwohner des Quartiers einen Schlüſſel hätte, damit ein jeder, ſo bald Feuer in ſeinem Hauſe entſteht, zu der Quartierbrandſprütze ohne Zeitverluſt gelangen kann.

Da ſchon eine ſolche tragbare Brandſprütze in der Behandlung ſo bequem iſt, daß ein jeder, der nur Einmal ihren Gebrauch geſehen hat, ſie handhaben oder regieren kann, ſo wird es nützlich ſeyn, daß jede Quartierbrandſprütze ein oder mehrmal des Jahrs durch die Viertelmeiſter oder Auſſeher des Quartiers unterſucht werde, und daß alle Bewohner des Quartiers, zu dieſer Unterſuchung eingeladen werden, um die einfache Behand-

handlung der Sprütze kennen zu lernen; und damit alſo ein jeder deſto beſſer im Stande ſeyn möge, ſo bald Feuer bey ihm oder bey ſeinen Nachbarn entſteht, davon den beſten Gebrauch zu machen.

Tragbare Brandſprützen, die zu Quartierbrandſprützen dienen können, werden wahrſcheinlich an verſchiedenen Orten zu haben ſeyn, da man ſeit langer Zeit Handbrandſprützen von verſchiedener Form gemacht hat. Meine Sprütze iſt ſchon 1778 von dem Bürger J. Paauw, vormaligen phyſikaliſchen Inſtrumentenmacher zu Leiden, gemacht. Eben dieſe Sorte wird jetzt hier verfertigt bey dem Brandſprützenmacher J. Overbeck. Man wird auch ſonſt wohl leicht tragbare Brandſprützen finden, von allerhand Formen, die eben ſo gut zu dieſem Zwecke gebraucht werden können. Dieſelben müſſen folgende Erforderniſſe haben: 1) Daß ſie durch einen Mann getragen und regiert werden können; 2) daß ſie einen anhaltenden Strahl geben, durch ein Sprützenloch von $\frac{1}{4}$ Zoll; 3) daß das Waſſer dadurch zur Höhe und in einer Entfernung von 40 Fuß gebracht werden kann, wie es durch die von mir gebrauchte Sprütze geſchieht.

Haarlem, den 10ten Junius 1797.

M. van Marum.

Digitized by

5.

Schreiben
des
Herrn Oberbergraths von Humboldt
an
Herrn van Mons
in Brüſſel
über
den chemiſchen Prozeß der Vitalität *).

Ich habe neuerlich verſchiedene Briefe an Herrn Dolomieu und Fourcroy nach Paris abgehen laſſen; ich ſehe aber aus denen, welche mir der erſtere geſchrieben hat, daß ſie verlohren gegangen ſind. Erlauben Sie daher, daß ich mir die Freyheit nehme, mich an Sie zu wenden. Durch Ihre Vermittelung kann ich vielleicht einige nähere Erläuterungen über Thatſachen nach Paris gelangen laſſen, die, wie ich weiß, das Nationalinſtitut beſchäftigen. Empfangen Sie zugleich die Verſicherungen meiner Hochſchätzungen, die ich längſt ſchon wegen Ihres Eifers und Ihrer Entdeckungen in der Chemie für Sie hege. Die Naturforſcher Europens ſollten nur Eine Familie ausmachen; man nähert ſich einander leicht, wenn man nur einerley Zweck hat.

Sie

*) Aus dem franzöſiſchen Manuſcript überſetzt.

Sie kennen vielleicht meine Verſuche über die Pflanzenphyſiologie, wie meine Aphorismi ex doctrina phyſiologica chemica plantarum, die meiner Flora ſubterranea fribergenſis angehängt ſind, und verſchiedene Abhandlungen, die ich dem Nationalinſtitut vorgelegt habe. Der Verſuch über die Würkung der oxigenirten Salzſäure auf die vegetabiliſche und thieriſche Faſer, die in dem Magaſin encyclopedique de Millin, Noel et Warens abgedruckt iſt, ſcheint den mehreſten Erfolg gehabt zu haben. Ich freue mich, daß Vauquelin und mein Freund Dolomieu meine Verſuche zu wiederholen angefangen haben. Da die beym Nationalinſtitute abgeleſene Abhandlung ſich hauptſächlich nur auf das Keimen der Pflanzen beſchränkte, ſo halte ich es für nöthig, Sie mit den noch auffallendern Thatſachen in Anſehung der thieriſchen Faſer bekannt zu machen. Der ſtärkſte Reitz der Nervenfiber iſt der von Alkalien; und es ſcheint, daß das Azote dieſer Salze dieſelben in dem irritabelen und ſenſibelen Syſteme die Rolle ſpielen läßt. Man lege einen Froſchſchenkel in oxygenirte Salzſäure oder Salpeterſäure; er bleibt unbewegt. Man lege ihn in eine Auflöſung von Pottaſche oder Soda, und man nimmt ſogleich eben ſo ſtarke Zuſammenziehungen wahr, als ob er durch Metalle irritirt worden wäre. Immer werden Sie die Bewegung von unten anfangen ſehen. Erſt bewegen ſich die Fußzehen, hernach die Gaſtrocnem-Muskeln, dann der Schenkel. Wenn der Nerve recht empfindlich iſt (man braucht nur das Ende des Cruralnerven in Oleum tartari per deliquium zu legen), ſo endigen ſich die Zuſammenziehungen mit einer Spannung oder gänzlichen Erſtarrung. Der Vorderfuß erhebt ſich ſenkrecht; die Haut an den Füßen wird ausgeſpannt, und es kömmt Tetanus. In dieſer Lage nun ſcheint alle Reitzbarkeit der Faſer vernichtet zu ſeyn. Laſſe ich einen electriſchen Schlag auf die geſpannten Fuß-

zehen

zehen geben, ſo wird dieſe Vernichtung reel. Es iſt ein ſchönes Phänomen in dieſem Augenblick den Tetanus bis auf den letzten Reſt verſchwinden zu ſehen. Es giebt aber ein anderes Mittel, wodurch der Tetanus verſchwindet, und wodurch ich den Organen die Reitzbarkeit wieder geben kann. Es ſcheint, daß die ſauerfähigen Grundlagen der Alcalien, (hauptſächlich das Azote,) allen Sauerſtoff in der Faſer aufgezehrt haben; der chemiſche Prozeß der Vitalität hört auf. Laſſe ich aber Säuren z. B. Salpeterſäure auf den Nerven laufen, ſo entſteht ein Aufbrauſen; ein Theil des Alcalis wird latent, und der Reſt hat nun ein gehöriges Verhältniß zum Sauerſtoffe. Von dieſem Augenblicke an erſcheinen die Zuſammenziehungen wieder beym Contact mit Zink und Silber. Vermehren Sie die Maſſe der Säure, und Sie ſchwächen von neuem die Bewegungen. Während ſo die thieriſche Faſer zwiſchen dem Azote des Alcali und dem Sauerſtoff der Säuren ſchwankt, können Sie den Organen die Reitzbarkeit drey- bis viermal nehmen und wieder geben. Sie ſehen leicht, daß dieſe Art von Verſuchen eine fortdaurende Aufmerkſamkeit erfordet. Bey ihrer Wiederholung kann der Grad der Empfindlichkeit, in welchen man den Nerven verſetzt, ſehr verſchieden getroffen werden. Man kann genau die Beſchaffenheit der chemiſchen Wirkungsmittel, ihr Gewicht, ihre Temperatur beſtimmen, und doch können die Verſuche damit nicht gelingen. Warum? Weil es Bedingungen dabey giebt, die ſich auf die Individualität der Organe beziehen, und worüber wir noch unſere tiefe Unwiſſenheit geſtehen müſſen.

Der Einfluß der oxygenirten Salzſäure auf die thieriſche Faſer iſt weniger auffallend, als der der Alcalien; er bleibt aber dem ohngeachtet immer wichtig. Ich legte die Hinterfüße eines Froſches (ich nenne dies Thier vorzugsweiſe, ob ich gleich die Verſuche auch mit andern

dern Arten von Thieren gemacht habe) in eine Auflöſung des Opiums in Alcohol. Die Metalle oder der Galvanismus erregten darin keine Bewegung weiter. Ich warf nun den einen Fuß in reines Waſſer, den andern in oxygenirte Salzſäure. Der erſtere blieb unbeweglich; der zweyte hingegen gab wieder ſtarke Zuſammenziehungen, und zeigte, daß ſeine Reitzbarkeit wieder hergeſtellt war. Die gemeinen Säuren unterdrücken die Reitzbarkeit der Nervenfiber. Ein durch gewöhnliche Salzſäure unempfindlich gemachter Cruralnerve bleibt unempfindlich, wenn man ihn auch in die Auflöſung der Pottaſche legt. Aber die Mineralſäuren erhöhen die Muskelkräfte, indem ſie die Elemente der Muskelfaſer verdichten. Es iſt mit Säuren, wie mit der Kälte; dieſe unterdrückt die Nerven und verſtärkt die Muskeln. Die Muskeln und Nerven haben ſpezifiſche Reitze, der Verſchiedenheit ihrer Elemente gemäß. Die fürchterliche Action der Alkalien auf die Nerven ſcheint uns die Wirkung der Secretion der Saamenflüßigkeit im Blute zu erklären. Eben dies in dem ganzen Syſteme verbreitete Alkali dient zum wohlthätigen Stimulus für die thieriſche Faſer. Aus ihm erkläre ich mir die Wildheit fiſcheſſender Völker. — Mein älterer Bruder, der in dem Studium der Anatomie ſehr geübt iſt, brachte Zink und Silber an das Maul und das Gehirn eines todten Fiſches; er gab keine Bewegung von ſich. Ich goß oxygenirte Salzſäure auf die Nerven, und in eben dem Augenblicke wurden die Zuſammenziehungen ſehr ſtark. Herr Herz und mehrere Gelehrte von Berlin waren bey dieſen und mehrern andern Verſuchen gegenwärtig. Das Herz eben dieſes Fiſches, das durchaus zu ſchlagen aufgehört hatte, fieng die Bewegung wieder regelmäßig an, als ich es in oxygenirte Salzſäure gelegte hatte. Eben dieſer Verſuch gelang mehrere male mit Froſchherzen. Ein in Pottaſchauflöſung gelegtes Herz verlohr ſeine Reitzbarkeit auf immer;

auch

auch iſt das Azote kein ſpezifiſcher Stimulus fürs Herz. Ich erſuche Sie, die Aufmerkſamkeit des Herrn Vauquelin auf die Action des Schwefelalkali auf die Nerven zu lenken. Ich wunderte mich über alles das, was ich ſahe. Zwey ſehr reitzfähige Froſchſchenkel wurden in die Auflöſung von Schwefelalkali gelegt. Ich verſuchte daran nach 3 bis 4 Minuten den Metallreitz; die Contractionen waren ſehr verſtärkt; ſie waren convulſiviſch. Es ſchien, daß die drey ſäurefähigen Grundlagen in der Auflöſung, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Schwefel, ſtark auf den Sauerſtoff des arteriöſen Bluts wirkten. Dieſe Action belebt den Prozeß der Vitalität. Nach 14 bis 16 Minuten wurde der ganze Schenkel ſchwarzbraun. Aller Sauerſtoff des Bluts war davon eingeſogen, und der waſſerſtoffhaltige Kohlenſtoff (Carbure d'hydrogène) erſchien im freyen Zuſtande. Der Zink und das Silber waren nicht im Stande, die mindeſte Bewegung zu erregen. Man würde ſich indeſſen ſehr irren, wenn man glauben wollte, daß die ganze Reitzbarkeit vernichtet ſey. Ich ſahe die Contractionen mehrere male wieder zum Vorſcheine kommen, da ich der Faſer durch Hülfe einer Auflöſung von Arſenikkalk den Sauerſtoff wieder gab. Man erweckt die Flamme wieder, die ſchon zu verlöſchen ſcheint. Dieſer Arſenikkalk bewirkt einen Tetanus, eine vollkommene Unempfindlichkeit, wenn ein Nerv lange darin eingeweicht liegt. Es ſcheint, daß der zu viele Sauerſtoff, ſo zu ſagen, die ſauerfähigen Grundlagen, welche den chemiſchen Prozeß der Vitalität unterhalten, verſchlucke. Ich warf den ganzen Schenkel in eine Auflöſung von Pottaſche, und beobachtete, daß jetzt der Galvanismus wiederum Bewegungen erregte. Sie ſehen alſo, mein Herr, welche unermeßliche Anzahl von Verſuchen über dieſe Gegenſtände der Lebenschemie zu machen ſind. Es iſt genug, die Methode, den Grad der Reitzbarkeit der organiſchen Theile vermittelſt des Gal-

Galvanismus zu meſſen, angezeigt zu haben. Ich werde die Ehre haben, Ihnen mein Werk über die Nerven- und Muskelfaſer und über den chemiſchen Prozeß der Vitalität zu ſchicken. Ich ſammle Thatſachen, und bin gegen meine eigenen hypothetiſchen Ideen mißtrauiſch. Sie bemerken mit mir, wie ſehr man Unrecht hat, anzunehmen, daß der Sauerſtoff die erſte Rolle in dem Prozeſſe der Vitalität ſpiele. Meine Verſuche beweiſen, daß die Reitzbarkeit oder der Ton der Faſer nur von dem reciproken Gleichgewichte zwiſchen allen Elementen der Faſer, dem Stickſtoffe, dem Waſſerſtoffe, u. ſ. w., abhängt. Die chemiſchen Verbindungen des Phosphors und des Stickſtoffs z. B., ſcheinen eben ſo wichtig zu ſeyn, als die des Sauerſtoffs mit den ſauerfähigen Grundlagen. Welches Licht werden Sie, und die Fourcroy und die Vauquelin, über dieſe Gegenſtände verbreiten!

Nachſchrift.

Ich hatte für dieſen Winter noch einige Fröſche aufgehoben, und habe eben dieſen Morgen einige Verſuche wiederhohlt, wovon ich Ihnen noch die näheren Umſtände melden will. Ich ſage in dem vorſtehenden Briefe, daß, weil wir die Principien der Lebenschemie nur oberflächlich kennen, wir uns nicht wundern dürfen, wenn wir nicht immer dieſelbigen Reſultate erhalten. Ein negativer Verſuch beweiſt nichts gegen einen affirmativen. Ich bin gewiß, daß man niemals ſehen wird, daß ein durch Alcohol unempfindlich gemachter Nerve ſeine Reitzbarkeit durch Schwefelalkali wieder erhalten wird. Hier einige Thatſachen, die ich ſo eben ſeit einer Viertelſtunde wahrgenommen habe. Ich nahm die vier Extremitäten eines ſehr lebhaften Froſches. Der rechte Vorderfuß hüpfte auf Zink und Silber. Ich legte ihn eine Minute

Digitized by Google

lang in Alcohol. Das Hydrogen würkte ſtark auf die Faſer. Die Zähen des Fußes zitterten in der erſten Minute. Bald nachher kam eine totale Erſtarrung. Der Muskel wurde weiß, da das Blut wahrſcheinlich ſeinen Sauerſtoff verlohren hatte. Ich brachte wieder Zink und Silber an. Nicht die mindeſte Zuſammenziehung! Ich eilte, ihn in oxygenirte Salzſäure zu werfen, die ich vorher ſtark geſchüttelt hatte. Die Gliedmaßen blieben drey Minuten lang darin. Ein ſchwaches Erzittern der Muskeln zeigte in der Taſſe ſelbſt die Wiederherſtellung der Lebenskräfte. Ich legte den Fuß nun wieder auf die Metalle. Die Contractionen kamen wieder, und zwar nicht blos mit Zink und Silber, ſondern ſogar mit Zink und Eiſen. Dies iſt, dünkt mich, eine einfache und ſehr entſcheidende Erfahrung. Ich wechſelte nun mit der Methode ab, um den Effect davon zu ſehen. Ich nahm den linken Schenkel. Ich ließ ihn neun Minuten in Alcohol. Er hatte alle Reitzbarkeit verlohren, und die oxygenirte Salzſäure war nicht im Stande, die Lebenskräfte wieder herzuſtellen. Der linke Vorderfuß war 15 bis 18 Minuten hindurch unberührt geblieben. Ich brachte an ſeinen Nerven Zink und Silber, aber er zeigte nur ſchwache und langſame Zuſammenziehungen. Ich warf ihn in Alcohol. Nach der erſten Minute hatte ſeine Reitzbarkeit zugenommen. Der Galvanismus würkte weit ſtärker *). Aber nach drey Minuten war alle Reitzbarkeit vernichtet, und ich verſuchte die oxygenirte Salzſäure vergeblich. Ich legte den Fuß in die Auflö-

*) Sollte man denn aber aus der ſtärkeren Würkung eines ſpätern Reitzungsmittels immer nur auf Zunahme der Reitzfähigkeit, und nicht vielmehr auf ſtärkere Intenſität der Würkung des neuen Reizes, ſchließen dürfen, und umgekehrt? Dieſer Geſichtspunkt iſt doch wahrlich nicht zu überſehen.

Anmerk. des Ueberſ.

Digitized by Google

ſung von Arſenikkalk, und nun gab er Contractionen, aber ſehr ſchwache. Hier ſind vier Verſuche, von denen zwey gelangen, und zwey die Lebenskräfte nicht wieder erweckten. Ich glaube, daß man nach einer guten Logik ſich doch an die affirmativen Verſuche halten müſſe. Unterſuchen Sie die Bedingungen, und Sie werden ſie ſehr verſchieden wahrnehmen. Der linke Schenkel blieb ſehr lange (9 Minuten lang) in Alcohol. Der rechte Fuß war ſchon ſehr ſchwach als der Verſuch anfieng. Wer könnte ſich rühmen, von den Todten aufzuerwecken? Wenn von zwey Chemiſten der eine beym Erhitzen des rothen Queckſilberkalks Sauerſtoff erhielt, und der andere nichts, ſo würden wir doch immer glauben, daß der Apparat des letztern nicht luftdicht geweſen ſey. Ich ſehe niemals bey einem, durch Alcohol unempfindlich gemachten, Organe die Reitzbarkeit wiederkehren, wenn es ſich ſelbſt überlaſſen blieb. Alſo muß bey den Ihnen gemeldeten Verſuchen, dergleichen mein Werk noch eine große Anzahl enthält, der Sauerſtoff der oxygenirten Salzſäure eine Rolle geſpielt haben *). — Die Medicin wird

*) Was berechtigt denn aber hier gleich zu dem Schluß, daß nur der Sauerſtoff die Rolle geſpielt haben müſſe? Geht denn in der Faſer dabey nichts weiter vor, als daß ſie mehr Sauerſtoff empfängt? Kann man behaupten, daß ihr kein Kohlenſtoff, kein Waſſerſtoff, kein Phosphor, durch den Sauerſtoff entzogen werde? Und darf man aus ſo unvollkommenen Verſuchen gleich auf das, Wie, mit Beſtimmtheit ſchließen? Warum ſoll man ſich nicht vorerſt dabey beruhigen, nur die Geſetze der Lebenskraft zu erforſchen, und alſo nur bey der Thatſache ſtehen bleiben, daß die oxygenirte Salzſäure für die reitzbare Faſer noch ein Reitzungsmittel ſey, wenn mehrere andere Subſtanzen es nicht mehr ſind? — In Anſehung des angeführten Maaßes für die Reitzfähigkeit, (nemlich des Galvanismus,) iſt auch noch zu erinnern, daß die heterogenen Metalle an die reitzfähige Faſer für ſich angewandt ein anderes Reitzungsmittel dem

wird unendlich gewinnen, wenn man ſich beſtrebt, die Phänomene zu beobachten, welche die verſchiedenen Elemente in Berührung mit der reitzbaren Faſer hervorbringen. Man muß von einfachen Verbindungen ausgehen, und zu den zwiefachen, dreyfachen und vierfachen fortſchreiten.

Ja habe dem Nationalinſtitute eine Abhandlung über die Natur des Lichtes und ſeine chemiſchen Verbindungen geſchickt. Wedgwood behauptet, daß die Phosphoreſcenz calcinirter Körper im Waſſerſtoffgas und Stickgas keine Aenderung erleide. Ich glaube, daß er dieſe Gasarten nicht ſo gereinigt angewendet hat, als ich es vermittelſt des Phosphors gethan habe. Ich ſahe das leuchtende faule Holz in Stickgas und Waſſerſtoffgas nicht weiter leuchtend. Etwas Sauerſtoff aber in die Glocke gebracht, erweckte das ganze Leuchten wieder *). — Auch habe ich die Morcheln (Phallus eſculentus) in eine talgähnliche Subſtanz durch Hülfe der ſchwefelichten Säure verwandelt, und daraus auch Seife gemacht.

Bayreuth, den 29ſten Dec. 1796.

von Humboldt.

dem Grade nach ſind, als wenn ſie an die von oxygenirter Salzſäure noch feuchte Faſer applicirt werden.

Anmerk. des Ueberſ.

*) Spalanzani hat eben dieſe Phänomene beobachtet, und was noch wichtiger iſt, er ſahe, daß die phosphoriſchen oder leuchtenden Thiere in Stickgas, Waſſerſtoffgas und kohlenſaurem Gas zu leuchten aufhörten, und daß ſie ein viel lebhafteres Licht im Sauerſtoffgas, als in atmoſphäriſcher Luft verbreiteten. (Eſame chimico degli eſperimenti del Prof. Goettling. Modena 1796.)

Amerk. von van Mons.

6.

Auszug eines Briefes des Herrn Fourcroy zu Paris an Herrn van Mons in Brüſſel in Beziehung auf das vorſtehende Schreiben des Herrn Oberbergraths von Humboldt, den chemiſchen Prozeß des thieriſchen Lebens betreffend *).

Paris, den 11ten Germinal. 5.

— — Ich glaube, daß Herr von Humboldt etwas zu ſchnell in ſeinen Erklärungen geht; und es iſt ſehr zu fürchten, daß er genöthigt iſt, wieder zurück zu treten. Er läßt zu viele Hypotheſen zu; er vervielfältigt nicht genugſam jede Erfahrung, ehe er einen Schluß daraus zieht. Dies iſt aber insbeſondere für die thieriſche Phyſik noch weit wichtiger, als für die andern Zweige der Naturwiſſenſchaft, weil ſie mit Schwierigkeiten ohne Zahl und mit vielfachen Quellen zum Irrthum und zur Täuſchung umgeben iſt. Ich fürchte, daß, wenn einige Chemiſten ſo fortfahren, ſich ſo ſehr zu drängen (de ſe preſſer autant), die Aerzte bald Urſach haben, gegen dieſe Anmaſ-

ſung

*) Aus dem franzöſiſchen Manuſcript überſetzt.

Digitized by

ſung (empietement) der Chemie zu ſchreyen. Wenn man ſich mit den Erklärungen ſo ſehr übereilt, wenn man darin alles Maaß und Ziel überſchreitet, wenn man ſo viele willkürliche Vorausſetzungen zuſammenrafft, ſo kann es ſich vielleicht ereignen, daß man ſie noch einmal von Seiten der Heilkunſt ganz verwirft, wie Stahl und Boerhave ſelbſt zu thun genöthigt waren, eben wegen des übertriebenen und abuſiven, und blos hypothetiſchen Gebrauchs, den Tachen, Willis u. a. davon gemacht hatten. Die zu große Eil hierbey kann der Chemie und Medicin gleich ſchädlich werden, und die Fortſchritte aufhalten, welche die erſtere der leztern machen laſſen kann und muß. Herr Girtanner und Valli ſcheinen in dieſer Gattung von ihrem Wiſſen und ihren Kenntniſſen beſonders auch Mißbrauch zu machen. Sie laſſen ſich durch ſinnreiche Jdeen, welche die moderne Chemie ihnen darbietet, verleiten. Alles dies hindert mich nicht, die Verſuche des Herrn von Humboldt ſehr intereſſant zu halten, und zu wünſchen, daß er ſie mit Beharrlichkeit fortſetze; aber ich würde auch verlangen, daß er ſie mehr abändere, daß er jeden insbeſondere mehr wiederhohle, und daß er in ſeinen Folgerungen gemäßigter ſey. Jch kann ihnen nicht ſagen, wie viele und neue Jdeen, wie viele, ſehr wahrſcheinliche, chemiſche Erklärungen mir ſeit einigen Jahren, ſeitdem ich mich mit der thieriſchen Analyſis beſchäftige, eingefallen ſind, ſo, daß ich damit die ganze Anſicht der Phyſiologie und Medicin umändern könnte; ich hüte mich aber wohl, ſie bekannt werden zu laſſen, ehe ich ſie durch die Erfahrung gehörig befeſtiget und erwieſen habe. Jch würde zwey Wiſſenſchaften auf einmal compromittiren. Jch will in dieſer Art nichts wagen. Jch gehe ſachte, und ich hoffe, daß ich mit der Zeit anlangen werde und daß mein Gang recht ſicher ſeyn wird. Jch bin ſehr neugierig, das Werk des Herrn Hildebrandt, wie das des Herrn von Hum-

 boldt

boldt zu ſehen, ſo haſtig ſie mir auch bey ihren chemiſchen Erklärungen des vegetabiliſchen und thieriſchen Lebens zu ſeyn ſcheinen. Warum ſollte ich mich überreden, daß ſie nicht weiter, als wir hier, in der Zergliederung und wahren inneren Kenntniß der Stoffe dieſer beiden Reiche gekommen wären? Ich lobe ihren Eifer und ihren kühnen Gang recht ſehr; aber ſie werden uns wegen unſerer bedächtigen Zurückhaltung und unſerer klugen Langſamkeit nicht ſchmähen (blamer). Es iſt viel, auf der Naturreiſe ſchnell und ſtark vorwärts zu gehen; aber es iſt noch mehr, gut zu beobachten, gut zu ſehen, und andere gut erkennen zu laſſen, was ſich auf dem Wege findet. Ich bin noch auf der Reiſe, und ich geſtehe, daß ich noch bey Weiten nicht an den Ort gelangt bin, wohin ich zu gehen ſtrebe. — Die jungen Leute folgen mit Anſtrengung bey meinem Curſus über die thieriſche Chemie bey der Ecole de ſanté; ſie drängen ſich haufenweiſe hinzu; das Amphitheater iſt gedrängt voll; nichts gleicht ihrer Lehrbegierde. Die 20 Lectionen, die ich über die thieriſche Chemie halte, geben, wie ich ſehe, dieſem Theil des Studiums der Natur einen großen Antrieb; ich halte mich aber ſelbſt zurück; ich will ihn nicht zu ſehr beſchleunigen, aus Furcht, dieſe ſchöne Maſchine zwiſchen meinen Händen zu zerbrechen. Es würde ein großer Schade ſeyn, ſo reiche und ſo glückliche Hoffnungen im Rauch vergehen zu ſehen. Dies wird ganz gewiß erfolgen, wenn man das Gebäude aus Hypotheſen errichten, und zu ſehr zum Bau deſſelben eilen will, wenn man noch nicht genug Materialien hat. Ich ſammle dieſe nach und nach, aber es fehlt mir noch viel, um den Bau zu wagen. Ich glaube indeſſen, daß wenige Chemiſten mehr Thatſachen über die thieriſche Analyſis beſitzen, als ich; aber dieſe ſind lange noch nicht genug einander nahe gebracht, noch nicht genug geeignet, um ein ganzes Monument zu errichten, worauf das aere perennius paßte. — —

Vau-

Digitized by Google

Vauquelin und ich haben bey der Ecole de pharmacie zwey Abhandlungen vorgeleſen, welche die Action der concentrirten Schwefelſäure auf die vegetabiliſchen und thieriſchen Materien betreffen. Wir zeigen darin, daß der ſtarke Hang derſelben zum Waſſer, und die Kraft, mit welcher ſie deſſen künſtliche Zuſammenſetzung auf Unkoſten der Grundſtoffe organiſcher Materie bewirkt, jene Wirkung hervorbringt; daß die Bildung des Waſſers, der Pflanzenſäure, (und bey thieriſchen Stoffen des Ammoniaks) von der Störung des Gleichgewichts zwiſchen den Grundſtoffen herrührt, und daß ſich faſt reiner Kohlenſtoff niederſchlägt. Hat man das Gemiſch nicht erhitzt, ſo findet man die Schwefelſäure unzerſetzt wieder, vermiſcht mit Waſſer, Eſſig, und Kohle. Hierdurch erklären wir die Entſtehung des Aethers, die bisher ſo ſchwierig und ſo dunkel war. Sie werden unſere beiden Abhandlungen in den Annalen finden.

Gruß und unverletzliche Freundſchaft.

Fourcroy.

Digitized

7.
Abhandlung über den relativen Zuſammenhang holer feſter Körper,

von

Herrn Prof. Schmidt
in Gießen.

Die Geſetze des relativen Zuſammenhangs feſter prismatiſcher Stäbe und Parallelopipeden, ſind durch Muſchenbroeck's treffliche Verſuche, und was die Hölzer anbetrifft, durch Büffons mehr im Großen angeſtellten Erfahrungen ſo entwickelt worden, daß faſt nichts mehr zu wünſchen übrig bleibt. Dahingegen liegen die Geſetze des relativen Zuſammenhangs hohler feſter Körper noch in Dunkeln, wohl zu verſtehen, ich rede hier nicht von der Stärke hohler Körper (cylindriſcher Röhre und dergl.), welche einer von innen nach auſſen auf ſie wirkenden Kraft widerſtehen ſollen, ſondern von dem Widerſtande hohler Körper, wenn ſie durch eine äuſſere Kraft in horizontaler Lage gebrochen werden. Die Kenntniß der Stärke maſſiver feſter Körper iſt freilich ungleich wichtiger, als die Kenntniß der Stärke hohler Körper, aber dieſe iſt deswegen doch nicht zu vernachläſſigen, da ſie durch ihre Anwendung, in der Architectur dereinſt nicht mindern Nutzen ſtiften kann, als jene geleiſtet hat. Die engliſchen Künſtler bedienen ſich bereits mit vielem Vortheil hohler cylin-

cylindriſcher Röhren ſtatt maſſiver Stäbe bey der Verfertigung phyſiſcher und mathematiſcher Inſtrumente, indem ſie dadurch den Werkzeugen, bey der nöthigen Stärke, eine größere Leichtigkeit verſchaffen. Ich geſtehe, daß mich gerade dieſer Umſtand bewog, Unterſuchungen über den relativen Zuſammenhang hohler feſter Körper anzuſtellen. In der Architectur iſt die Kenntniß der Stärke der hohlen Parallelopipeden wichtiger als der hohlen Cylinder, weil jene wegen ihrer beſſern Lagerhaftigkeit vor dieſen den Vorzug verdienen.

Ich fing daher meine Unterſuchungen mit der Stärke hohler Parallelopipeden an. Ich gehe von dem bekannten Satz aus, wenn b, h, l Breite, Höhe und Länge, C aber die abſolute Cohäſion eines Parallelopipedums bedeuten, daß die relative Cohäſion, oder die Kraft, welche nöthig iſt, den an beiden Enden in wagrechter Lage unterſtützten Körper in der Mitte zu brechen, $R = 4. \frac{C. \frac{1}{2} h}{l}$ ſey. Die abſolute Cohäſion iſt dem Queerſchnitt des Körpers proportional, man kann daher für C auch b h ſchreiben. Dies giebt $h = \frac{4 b h. \frac{1}{2} h}{l} = \frac{2 b h^2}{l}$.

Würkt die brechende Kraft an dem einen Ende des Parallelopipedums, das blos am andern Ende unterſtützt iſt, ſo hat man $R' = \frac{b h. \frac{1}{2} h}{l}$.

Dieſer Satz gründet ſich bekanntlich auf die Vorausſetzung, daß der Mittelpunkt der Cohäſion in dem Schwerpunkt des brechenden Queerſchnittes liegt, und folglich der Hebelarm der Cohäſion durch $\frac{1}{2}$ h, der Hebelarm der Kraft R' durch C ausgedruckt wird. Die Erfahrung recht-

Digitized by Google

rechtfertiget die Vorausſetzung bey den maſſiven Parallelopipeden vollkommen. Die abſolute Cohäſion bleibt jederzeit dem Queerſchnitt des Körpers proportional, die Geſtalt deſſelben mag ſeyn, welche ſie will. Es kommt alſo bey der Beſtimmung des relativen Zuſammenhangs hohler Körper blos auf die Beſtimmung des Mittelpuncts und des Hebelarms der Cohäſion an. a b c d fig. 1. T. IV. ſey der ſenkrechte Queerſchnitt eines hohlen Parallelopipedums, das um die wagrechte Linie d c gebrochen werde.

Nimmt man an, alle phyſiſche Punkte des Queerſchnittes drehen ſich, indem ſie zerreißen, um d c, ſo iſt f der Mittelpunct der Cohäſion und f e ihr Hebelarm. Dies gäbe den Widerſtand der Cohäſion $=$ C. f e, oder für C den Queerſchnitt, welcher $=$ S heißen mag, geſchrieben, den Widerſtand S. f e $=$ S. $\frac{1}{2}$ h, wenn b c $=$ h iſt. Wäre a b c d maſſiv und der Queerſchnitt des maſſiven Körpers $=$ S′, ſo hätte man den Widerſtand des maſſiven Körpers $=$ S′. $\frac{1}{2}$ h. Die Feſtigkeiten hohler und maſſiver Parallelopipeden von gleichen Höhen verhielten ſich wie die Queerſchnitte. So betrachtete ich anfangs die Sache, bis mich die gleich anzuführenden Erfahrungen eines andern belehrten. Sie zeigen, daß die Stärke eines hohlen Parallelopipedums ſo berechnet werden muß, als wenn die Theile, woraus es zuſammengeſezt iſt, einzeln gebrochen werden ſollten. Dies giebt den Hebelarm der Cohäſion für die beiden hohen Stücke, b c, a d $=$ f e, die beiden Queerſtücke k l, h i $=$ $\frac{1}{2}$ g e, folglich den geſammten Widerſtand der Cohäſion geringer als nach der obigen Formel. Der nachſtehende Verſuch wird dies näher erläutern.

Erſter Verſuch.

Ich ließ mir zwey Parallelopipeden aus einem Stück ſauberem, nicht ganz alten Eichenholz, deſſen ſpecifiſches Ge-

Gewicht 0,739 war, verfertigen, ein hohles und ein maſſives. Beide waren zwey pariſer Fuß zwey Zoll lang. Der Querſchnitt des maſſiven hatte 6 Linien in der Breite und Höhe, die Dimmenſionen des Queerſchnittes des hohlen waren wie folgt. Die Breite dc (fig. 1 Tab. IV.) betrug 6, die Höhe bc 10 Linien, die Holzſtärke der beiden hohen Seitenſtücken ad, bc nach der Richtung cm war 1 Linie, die Holzſtärke der beiden Queerſtücke nach der Richtung im war 2 Linien. Die Fugen der einzelnen Theile waren gut zuſammeugepaſſet und geleimt. Nach den angegebenen Dimmenſionen ſollte der Queerſchnitt des hohlen Parallelopipedums ſo groß ſeyn, als des maſſiven; da mir aber der erſte ſtärker ſchien, ſo wog ich beide Körper, und fand das Gewicht des hohlen 7 Loth, des maſſiven 6 Loth. Ich ſchrieb das Verhältniß der Gewichte der Körper von gleicher Länge, für das Verhältniß der Queerſchnitte. Beide Körper wurden an ihren Enden in horizontaler Lage einen Zoll lang unterſtüzt, und in ihrer Mitte nach und nach durch angehängte Gewichte ſo lange beſchweret, bis ſie brachen.

Das maſſive Parallelopipedium trug Pfund Cöln.		Biegung	Das hohle Parallelopipedium trug Pfund Cöln.		Biegung
12,5	—	0,23 Zoll	29,	—	0,20 Zoll
18,5	—	0,35 —	43,	—	0,40 —
29,	—	0,75 —	64,5	—	0,70 —
43,	—	1,25 —	74,5	—	2,90 —
55,	—	1,60 —	85,	—	1,40 —
64,5	—	2,30 —			brach.
65,5	—	brach.			

Fig. 2. und fig. 3. zeigen den Bruch des maſſiven und des hohlen Parallelopipedum von der Seite angeſehen. Wegen der Biegung vor der Brechung verkürzte

ſich

ſich der Hebelarm des brechenden Gewichtes bey dem maſſiven Parallelopipedium von 12 Zoll auf 11,3, bey dem hohlen auf 11,9 Zoll; reducirt man die Gewichte wieder auf den anfänglichen gemeinſchaftlichen Hebelarm von 1 Fuß, ſo erhält man für die Stärke des maſſiven 61,7 Pfund, für die Stärke des hohlen Parallelopipedums 84,6 Pfund. Berechnet man die Stärke des hohlen Parallelopipedums aus der Stärke des maſſiven, und ſetzt ſe gleich dem Hebelarm der Cohäſion, ſo erhält man

$$6 . 33 : 7 . 5 = 61,7 : 119,9 \text{ Pfund},$$

zu groß nach dem Verſuch. Dahingegen giebt die Stärke der einzelnen Theile des hohlen Parallelopipedums

$$2 . 1 . 10 . 5 + 2 . 4 . 2 . 1 = 116$$

wenn die Stärke des maſſiven $= 6 . 6 . 3 = 108$ iſt. Jene Zahl noch um $\frac{1}{6}$ vermehret, weil der Querſchnitt des hohlen Parallelopipedums um $\frac{1}{6}$ ſtärker war, als des maſſiven, giebt $116 + \frac{116}{6} = 135,3$, folglich

$$108 : 135,3 = 65,5 : 82 \text{ Pfund},$$

die Stärke des hohlen Parallelopipedums mit dem Verſuch ſehr nahe übereinſtimmend.

Die Richtigkeit dieſer Berechnung für die Stärke hohler Parallelopipeden beſtätigen ferner die folgenden Verſuche.

Zweyter Verſuch.

Ich ließ mir von Pappelnholz, deſſen ſpeciſiſches Gewicht 0,375, ein hohles und maſſives Parallelopipedum verfertigen, beide 2 Fuß 2 Zoll lang, das maſſive 8 Linien breit und hoch, das hohle 8 Linien breit, 12 Linien hoch, und ſeine Holzſtärke 2 Linien durchaus, ſo daß der Querſchnitt des maſſiven und des hohlen Parallelo-

lelopipedums gleichen Inhalt hatten. Das Gewicht des maſſiven betrug $3\frac{31}{32}$ Loth, das Gewicht des hohlen $3\frac{22}{32}$ Loth. Beide Parallelopipeden wurden in horizontaler Lage ſo unterſtützt, daß die Unterſtützungen 8 Zoll von einander entfernt waren. Die hier und in den folgenden Verſuche angegebenen Maaße beziehen ſich alle auf den Darmſtädter Fuß, welcher ſich zu dem Pariſer wie 1276 : 1440 verhält. Die brechenden Gewichte wurden in der Mitte angehängt.

Das hohle Parallelopipedum trug			Das maſſive Parallelopipedium trug		
Pfund Cöln.		Biegung	Pfund Cöln.		Biegung
48,	—	$\frac{3}{4}$ Linien	29,	—	1 Linien
57,	—	$1\frac{1}{2}$ —	48,	—	2 —
67,	—	2 —	67,	—	3 —
87,88	—	3 —	82,	—	6 —
95 88	—	4 —	87,88	—	10 —
99,88	—	5 —		brach.	
	brach.				

Hier war die Biegung ſo gering, daß man die gefundenen Gewichte beybehalten kann, die Reduction wegen der Verkürzung des Hebelarmes iſt unbeträchtlich. Die Hölzer brachen ſchnell, und ohne der Länge nach zu ſpalten, wie im erſten Verſuch geſchah.

Berechnet man die Stärke des hohlen Parallelopipedums aus der Stärke der einzelnen Theile, ſo hat man für die Stärke der beiden hohen Theile 2. 2. 12. 6, für die Stärke der beiden Queerſtücke 2. 4. 2. 1, folglich die geſammte Stärke 304. Die Stärke des maſſiven = 8. 8. 4 = 256. 256 : 304 = 88 : 103 Pfund.

Zieht man von dieſem Gewicht $\frac{1}{48}$ ab, um welches der Queerſchnitt des hohlen Parallelopipedums dem Gewicht

wicht nach ſchwächer als der Queerſchnitt des maſſiven war, ſo erhält man für die Stärke des hohlen Parallelopipedums 101 Pfund, ſehr nahe mit dem Verſuch übereinſtimmend.

Dritter Verſuch.

Ein hohles und ein maſſives Parallelopipedum von Tannenholz von gleichen Dimmenſionen mit dem in dem zweyten Verſuch angegebenen, wurden eben ſo unterſtützt und gebrochen, wie die Parallelopipeden von Pappelnholz. Das maſſive Parallelopipedum war weiß tannen Floßholz, und wog $4\frac{1}{2}$ Loth, das hohle roth tannen (ungeflößtes) Kiefernholz, wog $6\frac{11}{16}$ Loth.

Das hohle Parallelopipedum trug			Das maſſive Parallelopipedum trug		
Pfund Cöln.		Biegung	Pfund Cöln.		Biegung
48,	—	$\frac{1}{2}$ Linie	48,	—	1 Linie
67,	—	1 —	67,	—	2 —
87,88	—	$1\frac{1}{2}$ —	87,88	—	3 —
103,88	—	2 —	103,88	—	7 —
119,88	—	$2\frac{1}{2}$ —	111,88	—	1 Zoll
127,88	—	3 —			brach.
135,88	—	$3\frac{1}{4}$ —			
151,88	—	4 —			
164,38	—	6 —			
169,6	—	brach.			

Die Stärke des maſſiven und des hohlen Parallelopipedums laſſen ſich, da ſie von verſchiedenen Holzarten waren, in Hinſicht des Geſetzes der Feſtigkeit hohler Körper, nicht mit einander vergleichen. Ich habe dieſen Verſuch blos hergeſetzt, um daraus die Stärke des Tannenholzes gegen das Pappelnholz zu beſtimmen. Das

zuletzt

Digitized by Google

zuletzt genannte Holz wächſet (wenigſtens in den Rhein-gegenden) ſelbſt auf einem ſchlechten Boden, wenn er nur locker iſt, mit einer außerordentlichen Schnelligkeit, und vereinigt bey einer Zartheit, die das Lindenholz übertrift, eine außerordentliche Leichtigkeit, wie aus dem oben angegebenen ſpecifiſchen Gewicht dieſes Holzes erhellet. Eben wegen der lockern Beſchaffenheit kommt es in der Claſſe der Brenmaterialien weit hinten hin zu ſtehen. Ich war begierig, wie ſich ſeine Tragbarkeit und ſein Gewicht gegen die Tragbarkeit und das Gewicht des gewöhnlich zum Bauweſen gebrauchten Tannenholzes verhielten. Aus der Vergleichung der Stärke der maſſiven Cylinder im zweyten und dritten Verſuch erhellet, daß die Tragbarkeit des weißtannen Floßholzes zur Tragbarkeit des Pappelnholzes ſich = 112 : 88 = 14 : 11 verhält. Das ſpecifiſche Gewicht von beiden iſt ſehr nahe = $4\frac{1}{2}$: 4 = 9 : 8, folglich die Tragbarkeit beider Hölzer bey gleichem abſoluten Gewicht = 8. 14 : 9. 11 = 112 : 99 = 100 : 88,4.

Das Weißtannenholz iſt um 12 Hunderttheile ſtärker.

Aus der Vergleichung der Stärke der hohlen Parallelopipeden hat man Pappelnholz zum Rothtannen wie 100 : 170 das Gewicht von beiden wie 125 : 218, folglich die Stärke des Pappelnholzes zur Stärke des rothtannen bey gleichem abſoluten Gewicht wie 218 : 212 = 109 : 106. Hieraus ergiebt ſich, daß das Pappelnholz dem weißtannen bey gleichem Gewicht an Tragbarkeit merklich nachſteht, aber das rothtannen unter dieſen Umſtänden übertrift oder ihm wenigſtens gleich kommt.

Aus dem gefundenen Geſetz für die Stärke hohler Parallelopipeden folgt, daß man einer Holzmaſſe bey un-

geänderterm Queerſchnitt und Länge die größte Tragbarkeit geben könne, wenn man ihr die größtmögliche Ausdehnung nach der Höhe und die kleinſte nach der Breite gäbe, weil aber hierdurch die Lagerhaftigkeit des Holzes ganz verlohren gieng, ſo würde man wenigſtens zwey ſchmahle hohe Stücke a d, b c fig. 1. ſo mit einander verbinden müſſen, daß eines den Stand des andern ſichert. Es läßt ſich außer der in der Figur angegebenen Verbindung durch Queerſtücke, welche das ganze zu einem hohlen Parallelopipedum vereinigen, auch eine andere denken, wenn man etwa von Diſtanz zu Diſtanz durch die hohen Seitenſtücke, von einem zum andern, hölzerne Zapſen ſchlüge. Die Maſſe, welche bey dieſer Verbindung in der Queere geſparet würde, könnte man in der Höhe zuſetzen, und dadurch die Tragbarkeit des Holzes vermehren. Indeſſen würde ich doch ein hohles Parallelopipedum einer ſolchen Queerverbindung durch bloße Zapfen vorziehen, weil jenes mir dauerhafter ſcheint. Ein anderer Vortheil, welchen hohle Holzverbindungen auſſer der größern Tragbarkeit, gewähren, iſt ihre geringere Biegung, wenn ſie dieſelbe Laſt als maſſive Hölzer von gleicher Stärke tragen. Dieſer Umſtand allein iſt hinreichend, die hohlen Holzverbindungen, in Fällen, wo das Einſchlagen und Schwanken der Böden vermieden werden muß, zu empfehlen. Man vergleiche die Biegungen des hohlen und maſſiven Parallelopipedums von Eichenholz im erſten Verſuch mit einander, wo beide gleiche Gewichte trugen, ſo erhellet, daß die Biegung des hohlen Körpers ziemlich gleichförmig nur den dritten Theil von der Biegung des maſſiven betrug.

Ich will dies durch ein Beyſpiel im Großen erläutern.

Ein Balken von Eichenholz, 6 pariſer Zoll breit und hoch, der auf eine Länge von zwölf Fuß frei liegt, würde

ſich in der Mitte, um zu brechen, nach unſerm Verſuch eine Beſchwerung von 133 Centnern erfordern. Bey der Hälfte dieſer Laſt würde er ſich um $\frac{1}{32}$ ſeiner Länge oder um 4,5 Zoll in der Mitte biegen. Ein hohles Parallelopipedum von eichen Holz, 6 Zoll breit und 10 Zoll hoch, und von gleichen Queerſchnitt und gleicher Länge mit dem maſſiven Balken würde 165 Centner bis zum Brechen tragen, und bey einer Belaſtung von 76,5 Centnern ſich nur um 1,5 Zoll in der Mitte einſchlagen.

Um die Stärke hohler cylindriſcher Röhren zu beſtimmen, fand ich es nöthig, zuvor die Stärke maſſiver Cylinder gegen Parallelopipeden von gleichem Queerſchnitt und gleicher Länge zu beſtimmen, indem mir wenigſtens keine zuverläſſige Erfahrungen hierüber bekannt waren. Aus den erwieſenen Geſetzen für den relativen Zuſammenhang feſter Parallelopipeden flieſſet folgendes Geſetz für den relativen Zuſammenhang maſſiver Cylinder. Die relative Feſtigkeit eines Cylinders iſt zwey Drittheil von der relativen Feſtigkeit eines Parallelopipedums, welches mit ihm gleiche Länge und den Durchmeſſer des Cylinders zur Breite und Höhe hat. Dieſer Satz läßt ſich folgendermaſſen beweiſen. Fig. 4 ſtelle den Queerſchnitt eines ſenkrechten Cylinders vor, deſſen Halbmeſſer $= r$, Abſciſſe vom Mittelpunct $= x$, Ordinate $= y$ heiße. Das Flächenelement des Queerſchnittes nach lothrechter Richtung iſt $= 2ydx$, ſein Hebelarm der Cohäſion $= y$, folglich die relative Stärke des Elementes $= 2y^2dx$. Es iſt aber $y^2 = r^2 - x^2$, daher $2y^2dx = 2r^2dx - 2x^2dx$, hiervon das Integral ſo genommen, daß es für $x = 0$ verſchwindet, giebt $2y^2dx = 2rx^2 - \frac{2}{3}x^3$; hierin $r = x$ geſetzt, die relative Stärke des halben Queerſchnittes $= 2r^3 - \frac{2}{3}r^3 = \frac{4}{3}r^3$, folglich des ganzen Queerſchnittes relative Stärke $= \frac{8}{3}r^3$. Der Queerſchnitt

 eines

eines Parallelopipedum, deſſen Breite und Höhe dem Durchmeſſer des Cylinders gleich iſt, iſt $= 4r^2$, der Halbmeſſer ſeiner Cohäſion $= r$, folglich ſeine relative Feſtigkeit $= 4r^3$. Es iſt aber $4r^3 : \frac{8}{3}r^3 = 3 : 2$, woraus der obige Satz fließet. Die folgende Erfahrung beſtättiget die Theorie vollkommen.

Vierter Verſuch.

Ich ließ von dichtem Eldesbirnbaumholz, deſſen ſpecifiſches Gewicht 0,874 betrug, ein Parallelopipedum und einen Cylinder von gleicher Länge verfertigen. Der Durchmeſſer des Cylinders war der Höhe und Breite des Parallelopidedums gleich und betrug 0,6732 Zoll. Beide Körper wurden auf eine Länge von 18 Zoll zu beiden Seiten unterſtützt und in der Mitte durch angehängte Gewichte gebrochen.

Das Parallelopipedum trug

Pfund Cöln.		Biegung
30,75	—	2 Linien
52,00	—	3 —
73,07	—	4 —
94,87	—	5 —
110,87	—	7 —
126,87	—	8 —
134,87	—	8½ —
150,87	—	1 Zoll
178,48	—	1 — 2 Lin.

brach.

Der Cylinder trug

Pfund Cöln.		Biegung
30,84	—	2 Linien
32,24	—	5 —
68,24	—	7 —
84,24	—	8 —
96,24	—	8½ —
100,24	—	9½ —
108,24	—	10½ —
112,24	—	1 Zoll
116,24	—	1 – 3 Lin.
121,24	—	1 – 6 —

brach.

Wenn man die Gewichte, wobey die Körper zerbrachen, wegen der Biegung auf den anfänglichen Hebelarm von neun Zollen reduciret, ſo erhält man für das Pa-

rallelo-

rallelopipedum 176,4 Pfund, für den Cylinder 118,8 Pfund. Die Theorie giebt die Stärke des Cylinders aus der Stärke des Parallelopipedums = 117,6 Pfund.

Der Queerſchnitt des Cylinders verhielt ſich zum Queerſchnitt des Parallelopipedums wie $r^2 \pi : 4r^2 = \pi : 4$, wenn π das Peripherieverhältniß bedeutet. Hieraus fließet, daß ſich die Stärke eines Cylinders zur Stärke eines Parallelopipedums, das mit ihm gleichen Queerſchnitt und Höhe hat, wie $2 . 4 : 3 . \pi = 8 : 9,42..$ verhält.

Fig. 3. und 6. zeigen die Figur des Bruchs des Cylinders und Parallelopipedums.

Die relative Feſtigkeit hohler Cylinder, läßt ſich nach den vorſtehenden Grundſätzen folgendermaßen theoretiſch entwickeln. Fig. 7. ſey der ſenkrechte Queerſchnitt eines hohlen Cylinders, welcher um die Unterſtützung i gebrochen werde. Wenn die einzelnen Elemente, indem ſie brechen, ſich um die Punkte i h f drehen, ſo ſind die Hebelarme der einzelnen Elemente des hohlen Cylinders eben dieſelben, als wenn der Cylinder maſſiv wäre, und man ſieht leicht ein, daß unter dieſer Vorausſetzung ſich die relative Stärke des hohlen Cylinders zur relativen Stärke des maſſiven Cylinders von gleichen Halbmeſſer, wie der Queerſchnitt des hohlen zum Queerſchnitt des maſſiven Cylinders verhalten müſſe. Es heiße der Halbmeſſer von beiden Cylindern = R, der Halbmeſſer der Höhlung = r, ſo iſt der Queerſchnitt des maſſiven zum hohlen Cylinder $= R^2 : R^2 - r^2$, folglich die relative Stärke des hohlen Cylinders $= R^2 - r^2, \frac{8}{3} R^3 = \frac{8}{3} R . (R^2 - r^2)$. A) Nimmt man hingegen, nach dem gefundnen Geſetz für die Stärke der hohlen Parallelopipeden zu urtheilen, an, der Halbmeſſer der Cohäſion der Elemente a b des hohlen Theiles ſey nicht = a d, ſondern $= \frac{1}{2}$ a b, ſo hat man für die relative Stärke dieſer Ele-

 mente

mente $2ab.\frac{1}{2}ab.dx$, wenn $cd = x$ heißt. Das Integral von $ab^2 dx$ ſo genommen, daß $x = r$ wird, druckt die Stärke des hohlen Segmentes Kefi aus, zu welchem man die Stärke des maſſiven Segmentes efg, nach der Formel für maſſive Cylinder berechnet, ſetzen muß, um die geſammte Stärke des halben hohlen cylindriſchen Queerſchnittes zu erhalten.

Es iſt $ab^2 = (ad - bd)^2 =$

$$ad^2 - 2adbd + bd^2$$

$$ad^2 = R^2 - x^2$$

$$bd^2 = r^2 - x^2$$

$$2ad.bd = 2\sqrt{R^2 - x^2}.\sqrt{r^2 - x^2}$$

folglich die relative Stärke des hohlen Segmentes

I) $(R^2 + r^2 - 2x^2)\,dx - 2\sqrt{(R^2 - x^2).(r^2 - x^2)}\,dx$. Die Irrationalgröße zu integriren ſchreibe man für $ad = R \sin. acd$, für $bd = r \sin. bcd$ und für $dx = r.d \cos. bcd$, ſo verwandelt ſie ſich in

$$2Rr \sin. acd \sin. bcd.r.d. \cos bcd.$$

Nennt man den Winkel $acd = Z$, $bcd = z$, ſo hat man für das irrationale Differential

$$2Rr \sin. Z \sin. z.r d \cos. z.$$

Es iſt aber $R \cos. Z = r \cos. z$ folglich $\sin. Z$ durch $\sin. z$ gegeben und der ganze Ausdruck durch Kreißbögen vermittelſt Näherung integrabel. Schreibt man $\sin. Z = \sin. z$, ſo verwandelt ſich der Ausdruck in das vollſtändige Integral $\int 2Rr^2 \sin. z^2 d \cos. Z$. Denn es iſt $r^2 \sin. z^2 d \cos. z = r^2 d \cos. z - r^2 \cos. z^2 d \cos z$, hiervon das Integral $r^2 \cos. z - r^2.\frac{\cos. z^3}{3}$, welches für $\cos. z = 1$ ſich in $\frac{2}{3} r^2$ verwandelt.

Daher das vollſtändige Integral

$$2R.\frac{2}{3}r^2 = \frac{4}{3}Rr^2.$$

Es

Digitized by Google

Es iſt aber in unſerm Fall, ohne merklichen Fehler, verſtattet, ſin Z = ſin z zu ſetzen, weil, wenn die Dicke des Ringes klein iſt, die Richtigkeit der Vorausſetzung von ſelbſt erhellet. Iſt die Dicke des Ringes beträchtlich, ſo beträgt die Stärke des maſſiven Segmentes das meiſte, und Z entfernt ſich für das hohle Segment wenig von 90°, in welchem Fall er auch = z iſt. Ueberhaupt giebt aber die Subſtitution den negativen irrationalen Theil des Integrals I) etwas zu klein, folglich das Ganze zu groß, und doch lehren die nachſtehenden Verſuche, daß die daraus hergeleitete Formel für die relative Stärke der hohlen Cylinder einen zu kleinen Werth giebt, welches die Subſtitution auf jeden Fall rechtfertiget.

Der rationale Theil des Integrals I) ſo genommen, daß x = r wird, giebt $R^2 r + r^3 - \frac{2}{3} r^3 = R^2 r + \frac{1}{3} r^3$, hiervon den vorhin gefundnen Werth des irrationalen Theiles $= \frac{4}{3} R r^2$ abgezogen, die relative Stärke des hohlen Segmentes $= R^2 r - \frac{4}{3} R r^2 + \frac{1}{3} r^3$. Hierzu muß die relative Stärke des maſſiven Segmentes geſezt werden. Man findet ſie, wenn man in dem oben gefundnen Integral für die Stärke der maſſiven Cylinder $= 2 R^2 x - \frac{2}{3} x^3$ einmal x = R und das anderemal = r ſetzt, und beide Werthe von einander abzieht.

Dies giebt $\frac{4}{3} R^3 - 2 R^2 r + \frac{2}{3} r^3$, alſo die relative Stärke des halben hohlen Cylinders $= \frac{4}{3} R^3 - R^2 r - \frac{4}{3} R r^2 + r^3$, des ganzen $= \frac{8}{3} R^3 - 2 R^2 r - \frac{8}{3} R r^2 + 2 r^3$. Die Formel läßt ſich zur Rechnung bequemer ſo ſchreiben:

B) $\frac{2}{3} (R - r) . (R + r) (4 . R - 3 r) =$
$\frac{2}{3} (R^2 - r^2) (4 R - 3 r) =$
$\frac{8}{3} (R^2 - r^2) . (R - \frac{3}{4} r)$.

Hieraus erhellet, daß die Formel A) und B) für die relativen Stärken der hohlen Cylinder ſich durch die Facto-

 ren

ren R, und R — $\frac{3}{4}$r von einander unterſcheiden. Ich ſchreite nun zu den angeſtellten Erfahrungen.

Fünfter Verſuch.

Ich brach einen hohlen Cylinder von Eldesbirnbaumholz, der mit dem im vierten Verſuch beſchriebenen maſſiven Cylinder einerley Dimmenſionen hatte. Der Durchmeſſer der Höhlung verhielt ſich zum ganzen Durchmeſſer = 1 : 2. Die Entfernung der beiden Unterſtützungen von einander war 18 Zoll, wie im vierten Verſuch.

Der hohle Cylinder trug

Pfund Cöln.			Biegung.		
11,2	—	—	0 5	Linien	
19,2	—	—	1,	—	
27,2	—	—	1,5	—	
33,2	—	—	2,	—	
43,2	—	—	3,	—	
51,2	—	—	4,5	—	
59,2	—	—	5,5	—	
63,2	—	—	8,	—	
67,2	—	—	10,	—	
71,2	—	—	1,	Zoll	
75,2	—	—	1,	—	1 Linie
78,2	—	—	1,	—	5 —
80,3	—	—	1,	—	8 —
83,	—	—	2,	—	6 —

brach.

Fig. 8 zeigt die Figur des gebrochenen Cylinders. Reduciret man das brechende Gewicht auf den anfänglichen Hebelarm von 9 Zoll, ſo erhält man 81,6 Pfund.

Die Formel A) giebt, $r = \frac{1}{2}R$ geſezt, die Stärke des hohlen Cylinders $\frac{8}{3} . \frac{3}{4} R^3$ die Formel B.) giebt $\frac{8}{3} . \frac{3}{4} . R^2 . \frac{5}{8} R.$

Der

Digitized by Google

Der maſſive Cylinder, deſſen relative Stärke $= \frac{8}{3} R^3$, trug nach dem vierten Verſuch 118,8 Pfund, folglich hat man die relative Stärke des hohlen Cylinders nach der Formel A.)

$$= \tfrac{3}{4} \cdot 118{,}8 \text{ Pfund} = 89{,}1 \text{ Pfund}$$

nach der Formel B.)

$$= \tfrac{15}{32}\ 118{,}8 \text{ Pfund} = 55{,}7 \text{ Pfund}.$$

Der durch den Verſuch gefundene Werth liegt der Formel A.) näher, als der Formel B.).

Sechſter Verſuch.

Hier wurde ein hohler Cylinder von demſelben Holz, wie im vierten und fünften Verſuch, gebrochen, deſſen äußerer Durchmeſſer betrug 0,072, der innere 0,044 Darmſt. Fuß. Er trug auf eine Länge von 18 Zoll, wobey das brechende Gewicht in der Mitte hieng,

Pfund Cöln.			Biegung.	
30,3	—	—	1	Linien.
43,8	—	—	2	—
59,3	—	—	3	—
76,6	—	—	5	—
94,0	—	—	10	—
102,	—	—	14	—
106,	—	—	18	—
110, brach.				

Das wegen der Biegung reducirte Gewicht beträgt nur 108,5 Pfund.

Um die Stärke eines maſſiven Cylinders zu finden, welcher mit dem hohlen einerley Durchmeſſer hat, bedenke man, daß ſich die relative Stärke verſchiedener Cylinder von einerley Länge wie die Würfel ihrer Halb- oder Durchmeſſer verhält. Man hat alſo, die im vierten Verſuch

gefundene Stärke zum Grunde gelegt, $0{,}056^3 : 0{,}072^3 = 118{,}8 : 252{,}5$ Pfund. Dies giebt die Stärke des hohlen Cylinders, wo $r = \frac{11}{18} R$ iſt, nach der Formel B) 85,68 Pfund, nach der Formal A) 152,0 Pfund. Hier liegt der durch den Verſuch gefundene Werth der Formel B) näher.

Aus der Vergleichung der im fünften und ſechſten Verſuch gefundenen Gewichte mit den durch Rechnung aus den Formeln A) und B) hergeleiteten ergiebt ſich, daß die relative Stärke hohler hölzerner Cylinder ſich dem Werth A) mehr nähert, wenn die Dicke der hohlen Cylinder gegen die Halbmeſſer r, und R groß iſt, hingegen dem Werth B), wenn ſie klein iſt. Da nun beide Formeln ſich blos durch die Factoren R und $R - \frac{3}{4} r$ von einander unterſcheiden, ſo ſetze man, um einen allgemeinen Ausdruck für die Stärke hohler hölzerner Cylinder zu erhalten $r = nR$, wo n einen eigentlichen Bruch bedeutet, der von 0 bis zu 1 wachſen kann, und ſuche in der allgemeinen Gleichung für die relative Stärke hohler Cylinder C) $\frac{8}{3}(R^2 - r^2).(R - \frac{3}{4} n^x r)$ die Potenz x aus den durch die Verſuche gefundenen Werthen, ſo erhält man aus dem fünften Verſuch $x = 2$, aus dem ſechſten Verſuch $x = 1$ ſehr nahe. Dies in der allgemeinen Gleichung C) ſubſtituiret, und für $r = nR$. geſchrieben, giebt für die relative Stärke hohler hölzerner Cylinder zwey Gleichungen

$$\text{I)}\quad \frac{8}{3}(R^2 - n^2R^2).\ (R - \frac{3}{4}n^2R) = \frac{8}{3}R^3(1 - n^2)(1 - \frac{3}{4}n^2).$$

$$\text{II)}\quad \frac{8}{3}R^3(1 - n^2)(1 - \frac{3}{4}n^3.)$$

Die erſte Formel gilt für hohle Cylinder, wo $n = \frac{1}{2}$ oder $n > \frac{1}{2}$, die andere, wo $n < \frac{1}{2}$ iſt, bis zu $n = 0$.

Man

Man kann ſich billig wundern, woher es komme, daß hohle hölzerne Cylinder verhältnißmäßig ſtärker ſind, als hohle hölzerne Parallelopideden? Der phyſiſche Grund hiervon ſcheint mir in folgendem zu liegen.

Ein maſſiver Cylinder aus einem gerade gewachſenen Holze ſtellt einen Körper dar, worin die in einem ſenkrechten Queerſchnitt befindlichen Theilen ſich in ihrem natürlichen Zuſammenhang befinden. Höhlt man einen ſolchen Körper cylindriſch aus, ſo wird dadurch zwar ſein Queerſchnitt fig. 7. geſchwächt, aber die zurückbleibenden Theilchen ſind noch immer in ihrem natürlichen Zuſammenhang, dies befördert die von der gewölbförmigen Figur herrührende Spannung. Wenn daher gleich die brechende Laſt unmittelbar auf die ſchwächſten um K liegenden Elemente des Ringes wirkt, ſo können doch dieſe Elemente nicht allein ausweichen und ſich um einen Punkt l drehen, ſondern in dem das keilförmige Stück k a b l nach lothrechter Richtung nachgiebt, müſſen die Theile a b ſeitwärts weichen. Mit einem Wort, der kreißförmige Queerſchnitt plattet ſich ab, der lothrechte Durchmeſſer k i wird kleiner, und der waagrechte wird größer.

Dies haben mir meine angeſtellten Verſuche ſehr augenſcheinlich bewieſen. Die Abplattung erreicht indeſſen bey einer beträchtlichen Dicke des Ringes ihr Maximum, und die um K a liegenden Theile können nicht mehr einzeln nachgeben, ſondern der ganze Queerſchnitt muß ſich um die Punkte i h f biegen und brechen. Iſt hingegen die Dicke des Ringes ſehr klein, ſo können die um K liegenden Theile ausweichen und brechen, bevor die Spannung und Abplattung ihr Größtes erreicht hat. Der cylindriſche Ring nähert ſich mehr dem hohlen Parallelopipedum, wo gleichſam jedes Element einzeln bricht. Die folgenden Verſuche über die relative Stärke hohler

messin-

meſſingener Cylinder werden dieſe Vorſtellungen noch mehr ins Klare ſetzen.

Ich ließ von dünnem Meſſingblech, wie es die Spengler gewöhnlich verarbeiten, deſſen zehnfache Dicke 0,0145 rheinl. Fuß, alſo, die einfache 0,00145 Fuß rheinl. betrug, zwey hohle Cylinder, jeden 14 Zoll (Darmſt. Maaß) verfertigen. Der eine Cylinder ſollte 1 Zoll, der andere einen halben Zoll im Durchmeſſer haben, weil ſie aber nicht vollkommen cylindriſch ausgearbeitet waren, ſo maß ich ihre Durchmeſſer in der Mitte, wo ſie gebrochen werden ſollten, auf einem tauſendtheiligen rheinländiſchen Fuß, und fand den Durchmeſſer des dünnen Cylinders 0,046 Fuß, den Durchmeſſer des dicken Cylindes 0,072 Fuß. Die relative Stärke des Meſſings zu beſtimmen, woraus die Cylinder verfertigt waren, nahm ich einen Streifen von demſelben Blech, welcher genau den Durchmeſſer des kleinen Cylinders zu ſeiner Höhe, und einerley Länge mit beiden Cylindern hatte. Die drey Körper wurden an ihren Enden in horizontaler Lage einen Zoll lang unterſtützt, und die Waagſchaale mit dem Gewichte in ihrer Mitte angehängt.

In die beiden hohlen meſſingenen Cylinder waren an ihren Enden, ſo weit ſie auf den Unterlagen ruhten, hölzerne Stöpſel gepaſſet, damit ſie von oben durch cylindriſch ausgehöhlte Zwingen auf den Unterlagen hinlänglich befeſtiget werden konnten. Der dünne Meſſingſtreifen a c a fig. 9, wurde zwiſchen zwey Paar hölzerne Lineale eingeklemmt, auf den Unterlagen a a befeſtiget. Die Lineale dienten blos die ſeitwärts gehende Biegung des Streifens zu verhindern, indeß ſie der Biegung nach lothrechter Richtung nicht entgegenwirkten. Die Länge der freyen Stelle des Streifens in der Mitte c zur Anhängung des Rings der Waagſchaale betrug $\frac{1}{2}$ Zoll.

Das

Digitized by Google

Das Gewicht des dünnen Cylinders war 3,69 Loth, des dicken Cylinders 5,44 Loth, des Streifens 1,25 Loth. Das folgende enthält die Reſultate der Verſuche.

Siebenter Verſuch.

Der dünne meſſingene Cylinder

trug

Pfund Cöln.			Biegung.	
24,	—	—	½	Linen.
32,	—	—	1½	—
40,	—	—	2	—
48,	—	—	1	Zoll
65,4 Pfund		—	1,5	—

und riß bey dem letzten Gewicht, indem er ſich an der Stelle, wo der Ring der Waagſchaale hieng, flach zuſammendrückte.

Achter Verſuch.

Der dicke meſſingene Cylinder erhielt keine merkliche Biegung durch 21,5 Pfund Cöln., aber der eiſerne 2 Linien dicke Ring der Waagſchaale bewirkte ſchon durch dieſes Gewicht eine beträchtliche Vertiefung an der Stelle wo er den Cylinder berührte. Bey 48 Pfund wurde die Vertiefung noch beträchtlicher, indeß der ganze Cylinder ſich wenig aus der horizontalen Lage bog, bey 75,5 Pfund drückte ſich der Cylinder an der Stelle des Anhänpunktes ſchnell zuſammen, bog ſich, und riß.

Neunter Verſuch.

Der Meſſingſtreifen erhielt durch ein Gewicht von 8 Pfund Cöln. eine Biegung von ½ Linie.

Die Biegung nahm mit den Gewichte immer zu, bis ſie bey 48 Pfund 3 Zoll, und bey 56 Pfund ſogar

4 Zoll

Digitized by Google

4 Zoll betrug, ohne daß der Streifen geriſſen wäre. Er hatte ſich aber durch die ſtarke Biegung auf der einen Seite zwiſchen den hölzernen Schindeln hervorgezogen, und ruhte mit dem einen Ende gar nicht mehr auf ſeiner Unterlage. Der letzte Umſtand flößte mir einiges Mißtrauen ein, daß der Streifen durch die Schindeln an Stärke gewonnen haben möchte, und vielleicht ſchon bey einem geringern Gewicht zerriſſen wäre, wann man ſeine Biegung nach der Seite ohne die Schindeln hätte vermeiden können. Ueberdies war das Meſſingblech des Streifens biegſamer als der beiden hohlen Cylinder, weil es durch das Hämmern, wodurch ihm die Cylinderkrümmung gegeben wurde, einen gewiſſen Grad von Federhärte angenommen hatte. Ich ſtellte daher zur Berichtigung des letzten Verſuchs den folgenden an.

Zehnter Verſuch.

Ich gab dem im neunten Verſuch nicht zerriſſenen Meſſingſtreifen durch Hämmern eine ähnliche Härte wie den beiden hohlen Cylindern, und nahm etwas außer der Mitte, (nicht an der Stelle, wo er durch den Ring der Waagſchaale im vorhergehenden Verſuch die ſtärkſte Biegung erlitten hatte) ſo viel hinweg, daß auf eine Länge von 1 Zoll nur 0,01 rheinl. Fuß Meſſingbreite ſtehen blieb. Hierauf befeſtigte ich den Streifen in lothrechter Lage, und riß ihn durch angehängte Gewichte an dieſer ſchmahlen Stelle. Er trug nach und nach 87,3 Pf. Cöln. und riß bey dieſem Gewicht, plötzlich ohne ſich vorher merklich gedehnet zu haben.

Dies giebt für den abſoluten Zuſammenhang des ganzen Streifens, wenn er noch die Breite von 0,046 Fuß, wie im neunten Verſuch gehabt hätte, 401,58 Pfund Cöln.

Hier-

Digitized by Google

Hieraus den relativen Zuſammenhang für ein in der Mitte der Länge von 12 Zoll (= 1 Darmſt. Fuß) angehängtes Gewicht zu finden, bediene ich mich der zu Anfang dieſes Aufſatzes angeführten Formel

$$R = \frac{4\,C.\,\frac{1}{2}\,h}{l} = \frac{2\,C\,h}{l}.$$

Hier iſt $h = 0{,}046$ rheinl. Fuß, $l = 0{,}918$, $C = 401{,}58$ Pfund, folglich $R = 40{,}15$ Pfund. Das Reſultat dieſes Verſuchs mit den Reſultaten der drey vorhergehenden Verſuche zu vergleichen, reducire man die darin gefundenen Gewichte wegen der Biegung auf den anfänglichen Hebelarm, ſo erhält man für die Stärke des dünnen Cylinders 60 Pfund, des dicken Cylinders 75 Pfund, für das Gewicht, welches der Streifen trug, 42 Pfund. Ich nehme zwiſchen dieſem und den vorhin gefundenen Gewicht von 40,15 im Mittel 41 Pfund für die relative Stärke des Streifens an.

Es verhält ſich aber die relative Stärke des Streifens zur relativen Stärke des dünnen hohlen Cylinders, welcher mit ihm einerley Höhe hat

$$= 2\,(R - r)\,R^2 : \tfrac{8}{3}\,R\,(R^2 - r)$$

nach der Formel A), oder

$$= 2\,(R - r)\,R^2 : \tfrac{8}{3}\,(R^2 - r^2)\,(R - \tfrac{1}{4}\,r)$$

nach der Formel B).

Das erſte Verhältniß drückt man kürzer ſo aus

$$R : \tfrac{4}{3}\,(R + r)$$

das andere

$$R^2 : \tfrac{4}{3}\,(+\,r)\,(R - \tfrac{1}{4}\,r).$$

Hiernach findet ſich die relative Stärke des dünnen hohlen Cylinders aus der relativen Stärke des Streifens 106 Pfund, nach der Formel A) 32,2 Pfund, nach der Formel B), der durch den Verſuch gefundene Werth fällt

ſehr

ſehr nahe in die Mitte von beiden, doch näher zu den letzten Werth.

Die relative Stärke eines Meſſingſtreifens zu beſtimmen, deſſen Höhe dem Durchmeſſer des dicken Cylinders gleich iſt, ſage man

$$0{,}046^2 . 0{,}072^2 = 41 : 100{,}4 \text{ Pfund.}$$

Hieraus findet ſich die Stärke des dicken Cylinders

nach der Formel A) 271,5 Pfund

nach der Formel B) 73,4 Pfund.

Der letzte Werth iſt nur wenig kleiner als das durch den achten Verſuch gefundene Gewicht. Die Uebereinſtimmung der relativen Stärke des dicken Cylinders mit der Formel B) iſt aus folgenden Gründen erklärbar. Der eiſerne Ring der Waagſchaale war, wie ſchon oben erwähnt, 2 Linien dick und ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer. a b fig. 10. ſtelle die Berührung zwiſchen dem Ring, der Waagſchaale und dem zu brechenden Cylinder vor. Ob hier a b weichen könne, ohne daß ſich der ganze Cylinder um den Punkt e bieget, kommt auf folgenden Umſtand an. Der Keil a b c wird durch eine Kraft lothrecht nach d e getrieben, welche dem ganzen auf der Waagſchaale ruhenden Gewicht gleich iſt. Das Gewicht heiße B. Hieraus entſtehen zwey Kräfte nach den Richtungen d a, d b, wovon jede $V = \frac{bc}{db}$ iſt. Der Kraft V wirkt die abſolute Cohäſion des Meſſingſtreifens a b entgegen, welche die Dicke des Ringes der Waagſchaale zur Breite hat. Dieſe betrug in unſerm Verſuch 2 Linien Darmſt. Maaß = 0,0127 rheinl. Fuß. Da nun die abſolute Cohäſion eines Meſſingſtreifens von 0,01 rheinl. Fuß nach dem zehnten Verſuch 87,3 Pfund war, ſo iſt ſie hier 100 Pfund. P = 75, V = 100 geſetzt, giebt

giebt $\frac{db}{bc} = \frac{37,5}{100}$, hieraus findet ſich ſin. d c b = ſin. 22° 2'. Alſo hätte der Winkel a c b über 44° betragen müſſen, wenn a b nicht hätte weichen ſollen; da dies nicht der Fall war, ſo ſchnitt der Ring des Waagebalkens den Cylinder gleichſam durch, ohne daß ſich der Ring merklich gebogen hatte.

Bey dem dünnen Cylinder, deſſen Halbmeſſer b c nur $\frac{46}{72}$ des dicken Cylinders war, widerſtand die Cohäſion der ſeitwärts wirkenden Kraft in dem Verhältniß von 72 : 46 ſtärker, weil der Sinus d c b bey gleicher Berührung a b in dieſem Verhältniß größer war. Hierzu kam noch, daß das angehängte Gewicht P nur 60 Pfund betrug. Daher hat man die Kraft V am dicken Cylinder = 65. 46 : 72. 75 ſehr nahe wie 1 : 2.

Da indeſſen, wie der ſiebente Verſuch lehret, auch hierbey noch Einſchneiden des Ringes ſtatt fand, und deßwegen die relative Stärke des dünnen Cylinders zwiſchen die beiden Formeln A) und B) ungefähr in die Mitte fiel, ſo zog ich daraus den Schluß, daß man bey ungeändertem Halbmeſſer des dicken Cylinders das Einſchneiden des Ringes ganz vermeiden könne, wenn man den Widerſtand, welcher der Kraft V entgegen wirkt, ſo viel vergrößerte, daß er das ganze Gewicht aushalten könne, welches nöthig iſt, die relative Stärke des Cylinders nach der Formel A zu überwinden. Es iſt aber bey dieſem Cylinder der Werth von B) in dem Werth von A) 3,7mal enthalten, folglich müßte man die Dicke des Rings der Waagſchaale wenigſtens in dieſem Verhältniß vergrößern. Der folgende Verſuch diente die Wahrheit dieſer Vorausſetzungen zu prüfen.

Eilfter Verſuch.

Ich ließ mir einen meſſingenen hohlen Cylinder verfertigen, von der Dicke wie der im achten Verſuch gebrochene, 18 Zoll Darmſt. Maaß lang. In die Mitte auf den Cylinder legte ich zwiſchen den Ring der Waagſchaale und den Cylinder einen Sattel von $\frac{1}{2}$ Linie dicken Kupferblech. Der Sattel, welcher das Einſchneiden des Ringes in den Cylinder verhindern ſollte, war nach der Krümmung deſſelben gebogen und hatte die vierfache Dicke des Ringes der Waagſchaale = 8 Linien zu ſeiner Länge. Weil hierdurch die Kraft des angehängten Gewichtes über einer Fläche verbreitet würde, welche gegen die Länge des Cylinders von einer Unterſtützung zur andern, 1 Fuß, nicht für einen phyſiſchen Punkt zu halten war, ſo vergrößerte ich die Entfernungen der beiden Unterſtützungspunkte um die Länge des Sattels, d. i., ich machte ſie 1 Fuß und 8 Linien. Die folgende Tafel enthält die Reſultate dieſes Verſuches.

Der Meſſingcylinder mit dem Sattel

	Pfund Cöln.			Biegung.	
trug	73,	—	—	1	Linien.
	113,	—	—	2	—
	147,	—	—	3	—
	* 167,25	—	—	2,5	Zoll
	187,5	—	—	3,	—
	200,	—	—	3,5	—
	246,63	—	—	4,	—

wobey der Cylinder brach.

Bis zu dem mit (*) bezeichneten Gewicht bemerkte man noch kein Einſchneiden des Sattels in den Cylinder. Bey Auflegung dieſes Gewichtes aber wurde die Schaale durch Zufall auf der einen Seite etwas überwichtig, der Sattel ſchnitt an dem einen Ende etwas in den Cylinder ein, und kam dadurch in eine geneigte Lage. Nun bog ſich

ſich der Cylinder ſchnell um 2,5 Zoll in der Mitte herunter, indem er ſich zugleich an dieſer Stelle abplattete, demohngeachtet fuhr er bey zunehmender Biegung fort, die oben bemerkten Gewichte zu tragen, bis er erſt bey 246,63 Pfund brach. Es iſt wohl keinem Zweifel unterworfen, daß, wenn ſich der Zufall, welcher das ſchiefe Einſchneiden des Sattels bewürkte, nicht ereignet hätte, der Cylinder ohne merkliche Abplattung und bey geringern Biegung daſſelbe Gewicht von 246,63 Pfund getragen haben würde, d. i., beynahe ſo viel, als er vermöge der Formel A) hätte tragen ſollen. Um indeſſen gewiß zu gehen, und die Stärke der hohlen meſſingenen Cylinder durch die nachſtehenden Rechnungen nicht zu groß anzugeben, ſo ſetz' ich, der Cylinder von den angegebenen Dimmenſionen könne zuerſt bey einer ſiebenfachen Breite des anfänglichen Ringes von 2 Linien die volle Laſt, welche die Formel A) angiebt, tragen, indeß er bey der anfänglichen Breite nur die durch die Formel B) beſtimmte Stärke äußert. Wenn man nemlich 246,63 Pfund auf den horizontalen Hebelarm reducirt, ſo erhält man nur 185 Pfund. Dieſe Zahl fällt zwiſchen die Werthe von 73,4 und 271 Pfund nach den Formeln A) und B) für die Stärke des Cylinders ſo hinein, daß ſie die kleinern um $\frac{100}{177}$ des ganzen Unterſchiedes ungefähr übertrift, daher vergrößere ich die Dicke des Ringes von 8 Linien in dem Verhältniß von 100 : 177. Aus dieſen auf Erfahrung geſtützten Sätzen laſſen ſich folgende allgemeine Vorſchriften zur Berechnung der Stärke hohler meſſingener Cylinder herleiten.

Ich ſchränke mich vorerſt auf hohle Cylinder von dünnem Spenglerblech ein. Fragt man allgemein, wie groß muß die Dicke des Ringes, oder überhaupt die Breite der Fläche ſeyn, worauf das in der Mitte brechende Gewicht vertheilet iſt, wenn der Halbmeſſer des

Digitized by Google

Cylinders und ſeine Länge gegeben ſind, und der Cylinder das gröſste Gewicht tragen ſoll, welches die Formel A) beſtimmt, ſo bedenke man, daſs die Kraft V, welche das Einſchneiden bewürkt, im directen Verhältniſs des angehängten Gewichts P, und dem Halbmeſſer R ſteht, oder es iſt allgemein

$$V = R.P; \ P \text{ iſt} = \frac{\frac{8}{3} R (R^2 - r^2)}{L}$$

wenn L die Länge des Cylinders in Fuſsen ausdruckt. $R^2 - r^2$ ſtellt das Verhältuiſs des Qeerſchnittes des Ringes dar, welches bey einerley Meſſingdicke, ſo lange r von R wenig verſchieden iſt, auch durch den Umfang oder dem Halbmeſſer des Cylinders ausgedruckt werden kann. Dies gäbe $P = \frac{\frac{8}{3} R^2}{L}$, wenn es blos auf Verhältniſſe ankommt, folglich V unter eben dieſer Bedingung $= \frac{R^3}{L}$. Die Dicke des brechenden Ringes der Waagſchale muſs im Verhältniſs von V ſtehen. Da nun aus dem achten und eilften Verſuch die Folge gezogen worden iſt, daſs bey einem meſſingenen Cylinder von 1 Fuſs (Darmſt. Maaſs) Länge, und 0,036 rheinl. Fuſs = 0,039 Darmſt. Fuſs Halbmeſſer, ein völliges Einſchneiden ſtatt findet, wenn die Dicke des Ringes 2 Linien beträgt, und gar kein Einſchneiden, wenn ſie 14 Linien beträgt, ſo ſage man $\frac{0{,}039^3}{1} : \frac{R^3}{L} = 2 :$ Geſuchten, und $\frac{0{,}039}{1} : \frac{R^3}{L} = 14 :$ Geſuchten.

Die erſte Proportion giebt $\frac{2 R^3}{0{,}039^3 L}$, die andere $\frac{14 R^3}{0{,}039^3 L}$ für die Dicke des Ringes in Linien. Beyſpiel.

ſpiel: Es ſey L 1 = und R′ = 0,023 rheinl. = 0,025 Darmſt. Fuß, wie im ſiebenten Verſuch, ſo hat man für die Dicke des Ringes nach beiden Formeln 0,52 Linien
3,68 Linien.

Im erſten Fall würde der Cylinder nach der Formel B) 32,2 Pfund, im andern nach der Formel A) 106 Pfund getragen haben. Da in dem angeſtellten Verſuche die Dicke des Ringes 2 Linien betrug, ſo ſage man, um die Stärke des Cylinders für dieſe Dicke des Ringes zu finden 3,68 — 052 : 2,00 — 052 = 106 — 32,2 zum geſuchten Unterſchied = 34,5. Dies zu der kleinern Zahl 32,2 addiret, giebt die Stärke des Cylinders 66,7 Pfund mit dem ſiebenten Verſuch ziemlich übereinſtimmend. Hierdurch wird die Vorausſetzung gerechtfertiget, welche ich für die Dicke des Ringes bey dem im achten und eilften Verſuch gebrauchten Cylinder beſtimmt habe. Ich will die Rechnung noch durch ein anderes Beyſpiel erläutern.

Wie viel trägt ein meſſingener hohler Cylinder von 2 Fuß Länge und 0,1 Fuß Durchmeſſer, wenn der Ring der Waagſchaale 3 Linien dick iſt. Man berechne zuerſt die Stärke des Ringes nach den Formeln A) und B). Die Formeln können hier, weil die Meſſingdicke dünn und unveränderlich iſt, kürzer ſo ausgedruckt werden.

$$A') = \frac{8}{3}\,\frac{R^2}{L} \quad . \quad B') = \frac{8}{3}\,R\,\frac{(R - \frac{3}{4}r)}{L}$$

wo für das Verhältniß des Queerſchnittes $R^2 - r^2$ blos R geſchrieben iſt. Da nun für R = 0,039 und L = 1 die Stärke des Cylinders nach der erſten Formel = 271,5 Pfund, nach der andern 73,4 Pfund war, ſo formire man folgende Proportionen

$$0{,}039^2 : \frac{0{,}05^2}{2} = 271{,}5 : 223{,}3$$

 $0{,}039^2$

$$0,039^2 : \frac{0,05^2}{2} = 73,4 : 61,1.$$

Die letzte Proportion iſt blos eine Näherung zur Wahrheit, es wird dabey vorausgeſetzt, daß $R - \frac{3}{4} r = \frac{1}{4} R$ ſey.

Die Dicke des Ringes für die Formel

A) iſt $\frac{14 . 0,05^3}{2 . 0,039^3} = 14,77$ Linien,

B) iſt $\frac{2 . 0,05^3}{1 . 0,039^3} = 2,11$ Linien.

Nun ſage man:

$14,77 - 2,11 : 3 - 2,11 = 223,3 - 61,1$: geſuchten Unterſchied $= 11,4$.

Der Cylinder würde an einem ſolchen Ring von 3 Linien Dicke nur 72,5 Pfund tragen. Dieſe Beyſpiele werden hinreichend lehren, wie man für jeden Fall die relative Stärke eines hohlen Cylinders von dünnem Meſſingblech berechnen könne. Ich füge daher nur noch einige allgemeine Betrachtungen über A) und B) bey. Da die erſte vorausſetzt, daß der hohle Cylinder denſelben Hebelarm der Cohäſion habe, als wenn er maſſiv von gleichem Durchmeſſer wäre, ſo erhellet, daß dieſe Formel jederzeit das Maximum der Stärke hohler Cylinder angebe. Sie kann überall angewandt werden, wo blos von Widerſtand die Rede iſt, welche ein hohler meſſingener Cylinder einer biegenden Kraft entgegenſetzt, wenn die Kraft nicht auf eine einzelne Stelle des Cylinders würkt. Es beſtehen zum Beyſpiel die Aerme eines Waagebalkens aus hohlen Cylindern von Meſſingblech, ſo wird die Steifigkeit der Aerme durch die Formel A) ausgedruckt. Die Formel B) ſetzt den Hebelarm nicht größer, als es die Dicke der einzelnen Elemente der hohlen Cylinder erfordert; ſie giebt daher das Minimum der Stärke der hoh-

len

Digitized by Google

len Cylinder an, und druckt den Widerſtand aus, welchen jede einzelne noch ſo kleine Stelle einer äußern Kraft entgegenſetzt. Da die vorhergehenden Verſuche ſich blos auf meſſingene Cylinder von dünnem Spenglerblech beziehen, ſo kann man zweifeln, ob die daraus gezogenen Schlüſſe ſich auf Cylinder von ſtärkerm Meſſing anwenden laſſen.

Setzt man indeſſen die abſolute Cohäſion des Meſſings jederzeit dem Queerſchnitt proportional, ſo laſſen ſich die oben gegebenen Formeln A) und B) auch auf hohle Cylinder von ſtärkerm Meſſing anwenden. Selbſt die Vorſchriften zur Berechnung der Dicke der brechenden Ringe bleiben ungeändert, weil die Kraft V, welche das Einſchneiden veranlaſſet, mit der Stärke des hohlen Cylinders bey ungeändertem Durchmeſſer und die abſolute Cohäſion, welche der Kraft V entgegenwürkt, in demſelben Verhältniß wächſt. Wollte man zum Beyſpiel die relative Stärke eines hohlen meſſingenen Cylinders finden, deſſen Länge 1 Fuß, Durchmeſſer 1 Zoll (= 0,0833 Fuß) und Dicke des Meſſing 0,1 Zoll (= 0,00833 Fuß) wäre, ſo berechne man zuerſt aus den vorhergehenden Verſuchen die Stärke eines Meſſingſtreifens von gleicher Dicke, Länge und Höhe mit dem Cylinder. Sie iſt nach dem Mittel aus dem neunten und zehnten Verſuch 611 Pfund und hieraus die Stärke des hohlen Cylinders
nach der Formel A) 1460 Pfund,
nach der Formel B) 589 Pfund.

Die Dicke des brechenden Ringes kann man für den erſten Werth ſehr nahe 14 Linien, für den andern 2 Linien ſetzen, weil der Halbmeſſer dieſes Cylinders ſehr nahe mit dem im achten Verſuch übereinſtimmt, wofür die genannten Dicken des Ringes gelten.

Suchte man, wie groß der Halbmeſſer eines maſſiven Cylinders von Meſſing ſeyn müßte, welcher eine

gitized by Google

gleiche relative Stärke mit dem hohlen nach der Formel A) hätte, ſo ſetze man den geſuchten Halbmeſſer $= x$ und $\frac{8}{3} x^3 = \frac{8}{3} R (R^2 - r^2)$,
alſo $x = \sqrt{R (R^2 - r^2)} = 0{,}029$ Fuß.

Der Queerſchnitt des maſſiven Cylinders verhält ſich zum Queerſchnitt des hohlen von gleicher Stärke $= 84 : 59$. So bald man aber die abſolute Cohäſion nicht mehr dem Qeerſchnitt proportional ſetzen darf, ſo laſſen ſich auch die oben gegebenen Formeln nicht unbedingt anwenden. So getraue ich ſie z. B. nicht auf hohle Cylinder von gegoſſenem Meſſing auszudehnen.

Es würde ſehr intereſſant ſeyn, über die relative Stärke ſolcher Körper, wie nicht weniger über die relative Stärke hohler eiſerner Cylinder ähnliche Verſuche zu machen. Da dieſelben aber, wenn ſie überzeugend werden ſollten, viel mehr ins Große angeſtellt werden müßten, als meine Umſtände es erlauben, ſo begnüge ich mich für dieſesmal die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf dieſen Gegenſtand gelenkt zu haben.

8.

Verſuche
über
die Expanſivkraft des Dampfes von Waſſer und Alcohol *).

Das zum Verſuch beſtimmte Waſſer war in einem ſtarken, kupfernen Keſſel eingeſchloſſen, deſſen größter Durchmeſſer 8 Zoll und deſſen Höhe 14 Zoll betrug. Er war mit einem kupfernen Deckel verſchloſſen, durch welchen drey Röhren giengen. Die erſtere diente zum Einbringen des Waſſers in den Keſſel, und war vermittelſt einer Schraube feſt und genau verſchloſſen; durch die zweyte gieng ein Thermometer, deſſen Kugel etwa 2 Zoll über dem Boden des Keſſels reichte, und wovon die äuſſerlich angebrachte Graduirung von 0 bis 110° nach Reaum. zeigte; durch die dritte gieng die Röhre eines Barometers, die zwey Linien im Lichten zum Durchmeſſer, und 110 Zoll Länge hatte.

*) Ich habe oben im 1. B. des neuen Journ. der Phyſ. (S. 171. ff.) die Reſultate der vom Herrn Betancourt angeſtellten Verſuche über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe in verſchiedenen Graden der Temperatur, doch nur von 10 Gr. zu 10 Gr. R, mitgetheilt. Ich liefere hier das genauere Detail davon, und zugleich auch noch Erfahrungen über die Expanſivkraft der Dämpfe des Alcohols, aus Herrn Prony's Eſſai experimental et analytique ſur les lois de dilatabilité des fluides elaſtiques, im Journal de l'école polytechnique. Cahier II. à Paris An. IV. in 4. S. 24. ff. G.

Ein Seitenhahn diente zur Communication zwiſchen dem Keſſel und einer Luftpumpe, um jenen luftleer zu machen, ehe man den Apparat in dem Ofen, worin er ſtand, erhitzte.

Nachdem das Vacuum in dem Keſſel bewirkt, das Queckſilber des Barometers ſo nahe als möglich zu einerley Höhe in den beiden Schenkeln, und das Thermometer durch Umgebung des Keſſels mit Eis auf Null gebracht war, wurde das Eis weggenommen und Feuer angezündet, das mit Behutſamkeit und vieler Gleichförmigkeit regiert wurde, ſo, daß das Thermometer etwa einen Grad in der Minute ſtieg. Von zwey Beobachtern bemerkte der eine am Barometer, der andere am Thermometer von Grad zu Grad die Preſſungen und die dazu gehörigehörigen Temperaturen. Die Preſſungen wurden in Zollen der Höhe der Queckſilberſäule über dem Niveau des Queckſilbers ausgedrückt.

Die Reſultate des Verſuchs ſind von Grad zu Grad des Thermometers mit Reaum. Scale in folgender Tafel angegeben:

Temperatur der Waſſerdämpfe.	Expanſivkraft der Waſſerdämpfe.
0 Grad Reaum.	0, 00 pariſer Zolle.
1	0, 00
2	0, 00
3	0, 00
4	0, 02
5	0, 02
6	0, 05
7	0, 07
8	0, 10

Tem-

Temperatur der Waſſerdämpfe.	Expanſivkraft der Waſſerdämpfe.
9 Grad Reaum.	0, 12 pariſer Zolle.
10	0, 15
11	0, 18
12	0, 22
13	0, 27
14	0, 30
15	0, 35
16	0, 40
17	0, 45
18	0, 52
19	0, 58
20	0, 65
21	0, 75
22	0, 82
23	0, 90
24	0, 97
25	1, 05
26	1, 12
27	1, 22
28	1, 32
39	1, 42
30	1, 52
31	1, 65
32	1, 78
33	1, 90
34	2, 00
35	2, 15
36	2, 27
37	2, 45
38	2, 57
39	2, 75

Digitized by Google

Temperatur der Waſſerdämpfe.	Expanſivkraft der Waſſerdampfe.
40 Grad Reaum.	2, 92 pariſer Zolle.
41	3, 10
42	3, 27
43	3, 47
44	3, 70
45	3, 95
46	4, 25
47	4, 45
48	4, 75
49	5, 00
50	5, 35
51	5, 70
52	6, 05
53	6, 50
54	6, 90
55	7, 32
56	7, 85
57	8, 40
58	8, 85
59	9, 35
60	9, 95
61	10, 40
62	11, 00
63	11, 70
64	12, 40
65	13, 20
66	13, 80
67	14, 50
68	15, 25
69	16, 10
70	16, 90

Tem-

Digitized by Google

Temperatur der Waſſerdämpfe.	Expanſivkraft der Waſſerdämpfe.
71 Grad Reaum.	17, 80 pariſer Zolle.
72	18, 70
73	19, 50
74	20, 60
75	21, 75
76	22, 90
77	24, 15
78	25, 50
79	26, 67
80	28, 00
81	29, 60
82	31, 30
83	33, 00
84	34, 60
85	36, 45
86	38, 10
87	40, 00
88	42, 20
89	44, 30
90	46, 40
91	48, 40
92	50, 50
93	53, 00
94	55, 30
95	57, 80
96	60, 50
97	63, 40
98	66, 20
99	69, 00
100	71, 80
101	75, 00

Tem-

Digitized by Google

Temperatur der Waſſerdämpfe.	Expanſivkraft der Waſſerdämpfe.
102 Grad Reaum.	78, 20 pariſer Zolle.
103	81, 00
104	84. 00
105	86 80
106	89, 00
107	91, 30
108	93, 50
109	95, 60
110	98, 00

Die Verſuche über die Expanſivkraft des Dampfes von Alcohol wurden auf die nemliche Art und mit denſelbigen Werkzeugen angeſtellt, als die vorhergehenden. Sie zeigen, daß bey derſelbigen Temperatur die abſolute Elaſtizität des Dampfes von Alcohol weit größer iſt, als die des Waſſerdampfes. Folgendes ſind die Reſultate dieſer Verſuche:

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expanſivkraft der Dämpfe des Alcohols.
0 Grad Reaum.	0, 00 pariſer Zolle.
1	0, 00
2	0, 00
3	0, 05
4	0, 09
5	0, 12
6	0, 18
7	0, 25
8	0, 32

Tem-

Digitized by Google

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expanſivkraft der Dämpfe des Alcohols.
9 Grad Reaum.	0, 38 pariſer Zolle.
10	0, 45
11	0, 50
12	0, 62
13	0, 72
14	0, 82
15	0, 93
16	1, 02
17	1, 12
18	1, 25
19	1, 38
20	1, 52
21	1, 65
22	1, 80
23	1, 95
24	2, 10
25	2, 32
26	2, 52
27	2, 75
28	2, 95
29	3, 20
30	3, 40
31	3, 70
32	4, 00
33	4, 30
34	4, 60
35	4, 95
36	5, 28
37	5, 55
38	6, 00
39	6, 45

Tem-

Digitized by Google

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expanſivkraft der Dämpfe des Alcohols.
40 Grad Reaum.	6, 90 pariſer Zolle.
41	7, 35
42	7, 82
43	8 37
44	8, 92
45	9, 48
46	10, 15
47	10, 80
48	11, 50
49	12, 20
50	12, 35
51	13, 75
52	14, 60
53	15, 50
54	16, 40
55	17, 65
56	18, 85
57	20, 00
58	21, 20
59	22, 30
60	23, 70
61	24, 80
62	26, 10
63	27, 40
64	28, 90
65	30, 60
66	32, 00
67	33, 50
68	35, 10
69	37, 20
70	39, 40

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expanſivkraft der Dämpfe des Alcohols.
71 Grad Reaum.	41, 30 pariſer Zolle.
72	43, 50
73	46, 00
74	48, 10
75	50, 20
76	52, 60
77	55, 30
78	57, 90
79	61, 00
80	63, 80
81	66, 90
82	69, 80
83	73, 40
84	76, 90
85	79, 60
86	83, 60
87	87, 10
88	90, 80
89	95, 00
90	98, 00

9.

Ueber die Entſtehung des Glauberſalzes in den Salzſoolen bey der Temperatur unter dem Gefrierpunkte, und über ein Mittel, die Salzſoolen von allen ihren zerfließlichen Salzen auf eine leichte und wohlfeile Weiſe zu befreyen,

vom

Profeſſor Gren.

Die Kenntniß der wechſelſeitigen Zerſetzungen der verſchiedenen Neutral- und Mittelſalze unter einander, iſt unſtreitig ein ſehr wichtiger Gegenſtand der Unterſuchungen des Chemiſten, und nicht nur für die ausübende Arzneykunſt, ſondern auch für viele Gewerbe und Künſte wichtig. Viele Salze, die man ſonſt nur auf eine koſtbare Weiſe aus ihren Beſtandtheilen unmittelbar zuſammenſetzt, laſſen ſich viel wohlfeiler durch doppelte Wahlverwandtſchaften gewinnen. Von ſehr vielen Beyſpielen hiezu wähle ich nur einige: wie die wechſelſeitige Zerſetzung des ſchwefelſauren Gewächsalkali und der ſalpeterſauren Kalkerde bey Gewinnung des Salpeters; des ſchwefelſauren Ammoniaks und Kochſalzes zur Gewinnung des Salmiaks und Glauberſalzes; des Eiſenvitriols und der ſalzigtſauren Talkerde zur Bereitung von Bitterſalz; des Glauberſalzes und des weinſteinſauren Gewächsalkali, oder des Kochſalzes und des letzteren zur Verfertigung des Seignetteſalzes.

Ferner

Ferner läßt ſich durch die Kenntniß dieſer wechſelſeitigen Zerſetzungen beſtimmen, welche Salze in einer Auflöſung zuſammen vorkommen können, welche nicht; und ſo auch z. B. bey der Unterſuchung mineraliſcher Wäſſer aus dem entſchiedenen Daſeyn des Einen Salzes beurtheilen, welches andere zu gleicher Zeit mit ihm nicht da ſeyn könne, und worauf man alſo bey der Zergliederung des Gehalts ſein Augenmerk nicht zu nehmen habe. So z. B. kann da, wo kohlenſaures Mineralalkali im Waſſer iſt, kein Gyps, kein Bitterſalz, keine ſalzigtſaure Talkerde, kein Eiſenvitriol, kein ſalzigtſaures Eiſen ſeyn; wo ſalzigtſaure Kalkerde iſt, kein Glauberſalz, kein Bitterſalz, und umgekehrt; wohl aber kann kohlenſaure Kalkerde mit Bitterſalz und ſalzigtſaurer Talkerde beſtehen. So läßt ſich auch daraus ſchon a priori behaupten, daß alle Unterſuchungen mineraliſcher Wäſſer ſicherlich falſch ſind, wo der Zergliederer neben Glauberſalz, oder Bitterſalz, ſalzigtſaure Kalkerde aufführt.

Dem ungeachtet hat man auf dieſen Gegenſtand nicht den Fleiß in der Unterſuchung verwendet, als er verdient, und es iſt in dem Felde der doppelten Wahlverwandtſchaften dieſer Art noch vieles zu beſtimmen und zu erforſchen übrig.

Ein ſehr wichtiger Umſtand bey den wechſelſeitigen Zerſetzungen der verſchiedenen Neutral- und Mittelſalze unter einander, iſt gewiß der Einfluß der Temperatur auf die dabey obwaltenden Umſtände. Manche Salze zerſetzen ſich nicht wechſelſeitig in der Temperatur über dem Gefrierpunkte, die es in der unter demſelben thun; z. B. Alaun und Kochſalz, Bitterſalz und Kochſalz. Aber nur erſt bey wenigen Salzen hat man hierüber Erfahrungen angeſtellt.

Die Entſtehung des Glauberſalzes in Salzſoolen, in denen ich bey der Unterſuchung derſelben nichts

davon angetroffen hatte, zur Zeit der Kälte, die unter dem Gefrierpunkte war, hatte lange ſchon meine Aufmerkſamkeit erregt, und mich auf den Schluß gebracht, daß dies Glauberſalz durch eine wechſelſeitige Zerſetzung des Gypſes und Kochſalzes in der Temperatur unter dem Gefrierpunkte entſtehe. Allein die außerordentlich große Menge dieſes Salzes, die ſich in dem ſtrengen Winter 179⅘ auf den benachbarten ſächſiſchen Salzwerken in den Baſſins, wo man die gradirte Salzſoolen aufbewahrt, erzeugte, ließ mich bald meinen Irrthum gewahr werden, da die mögliche Quantität des Gypſes, die in der Salzſoole enthalten ſeyn kann, bey weitem nicht dazu hinreichen würde. Eine genauere Unterſuchung der Soole, und die entſchiedene Gegenwart einer beträchtlichen Menge des Bitterſalzes löſten mir das Räthſel ſehr bald, und führten mich auf die wahre Entſtehung des Glauberſalzes in Salzſoolen, in welchen man vor der Zeit, ehe ſie der Froſtkälte unterworfen werden, davon keine Spur antrift, nemlich auf die Entſtehung aus dem Bitterſalze mit dem Kochſalze dieſer Soolen. Schon Scheele hat dieſe Zerſetzung beider Salze durch Hülfe der Froſtkälte, im Jahr 1785 bekannt gemacht, und gezeigt, wie man durch Ausſtellung einer Auflöſung von zwey Theilen Bitterſalz und Einem Theile Kochſalz in die Froſtkälte daraus Glauberſalz gewinnen könne. In der Temperatur unter dem Gefrierpunkte verbindet ſich nemlich die Schwefelſäure des Bitterſalzes mit dem Mineralalkali des Kochſalzes und conſtituirt Glauberſalz, während die Talkerde des Bitterſalzes mit der Säure des Kochſalzes zuſammentritt.

Ich bin jetzt durch Verſuch überzeugt, daß alles Glauberſalz, welches man aus Salzſoolen, die ſonſt nichts davon enthalten, zu Zeit einer hinlänglichen Froſtkälte gewinnen kann, aus dem Bitterſalze derſelben ſei-

ſeinen Urſprung nehme, und daß Bitterſalz und Kochſalz zwar in der Temperatur über dem Gefrierpunkte, aber nicht weit darunter zuſammen im Waſſer beſtehen können *).

Ich verſuchte, ob ſalzigtſäure Talkerde und Glauberſalz in der Temperatur über dem Gefrierpunkte ſich wieder wechſelſeitig zerſetzen, und wieder Kochſalz und Bitterſalz erzeugen würden; aber vergeblich. Wenn alſo eine Salzſoole, die Bitterſalz enthält, mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte erkältet worden iſt, ſo ändert ſich ihre Natur und Miſchung, und es läßt ſich die vorige Beſchaffenheit durch Erhöhung der Temperatur nicht wieder herſtellen.

Ich will mich nicht bey den Folgerungen, welche die theoretiſche Chemie in Anſehung der Verwandtſchaftsgeſetze hieraus ziehen kann, aufhalten, ſondern nur auf einen praktiſchen Umſtand hierbey aufmerkſam machen, der für Salzſiedereyen von ſehr großer Wichtigkeit iſt, und der ſich aus den vorhergehenden Thatſachen natürlich ergiebt, nemlich:

*) Es giebt freylich auch Salzſoolen, die ſchon an und für ſich eine beträchtliche Menge Glauberſalz enthalten, wie z. B. die der großen Salinen im Departement de la Meurthe in Frankreich nach Herrn Nicolas. Die Soole zu Schönbeck, im Herzogthum Magdeburg, ſcheint auch hierher zu gehören. Bey der vor einigen Jahren von mir bekannt gemachten Zergliederung derſelben, hatte ich auf das Glauberſalz derſelben gar keine Rückſicht genommen, und der Gehalt derſelben daran ſteckt mit in dem angegebenen Gehalt an Kochſalz.

Wenn eine Salzſoole neben dem Glauberſalze noch Bitterſalz enthält, wohin ſehr viele gehören, ſo wird durch Einwürkung der Froſtkälte auf ſie, die Menge des erſtern vermehrt, und ſie verhalten ſich alſo bey der Zergliederung nach der Ausſtellung in die Froſtkälte anders, als vorher.

Digitized by Google

In Salzſoolen, welche Bitterſalz ent-halten, und der Froſtkälte unter dem Ge-frierpunkte ausgeſetzt ſind, vermindert ſich die Menge des Kochſalzes, und ver-mehrt ſich die Menge der zerfließbaren ſalzigtſauren Talkerde.

Wenn es alſo auch auf der einen Seite Gewinn zu bringen ſcheint, daß man zur Zeit der Winterkälte aus den Baſſins, worin man jene Salzſoolen aufhebt, recht viel Glauberſalz holen kann, ſo entſteht doch auf der an-dern Seite der große Nachtheil, daß die Soole nun um ſo viel mehr zerfließbares Salz enthält, folglich nun um ſo mehr Mutterlauge hinterläßt, und alſo auch deſto ſchlechteres, deſto mehr zerfließbares oder feuchtwerden-des Kochſalz liefert, das keine lange Aufbewahrung und keinen weiten Transport verträgt; wenn ich auch auf die Verminderung der Kochſalzmenge in dieſer Soole gar nicht Rückſicht nehmen will. So weiß ich, daß man auf einem Salzwerke die Soole, die der anhaltenden ſtarken Kälte im Winter 1794 — 95 ausgeſetzt geweſen war, beym Verſieden gar nicht zum gehörigen Körnen bringen konnte, eben wegen der Menge der ſalzigtſauren Talk-erde, die ſie jetzt enthielt.

Salzſiedereyen alſo, die eine Soole verſieden, welche Bitterſalz enthält, und die ohnedem ſchon gewöhnlich mit einer Menge ſalzigtſaurer Talkerde zu kämpfen und ſehr viel Vorſicht und Mühe anzuwenden haben, einigermaßen haltbares Salz zu gewinnen, ſollten, wenn ſie ihre Abneh-mer mit gutem Salze verſehen wollen, auf die Gewinnung des Glauberſalzes aus der zu verſiedenden Soole zur Zeit der Froſtkälte Verzicht thun, und dieſe Soole vielmehr ge-gen die Froſtkälte zu ſchützen ſuchen. Wenigſtens ſollte man die Soole, aus der man durch Froſtkälte Glauberſalz ge-winnen will, zu ſchlechterm Salze beſonders verſieden.

Es

Es erhellet ferner aus der angeführten Thatſache die Unthunlichkeit des Vorſchlages, ſchwache Salzſoolen, wenn ſie Bitterſalz enthalten, durch Froſt concentriren, oder gradiren zu wollen.

Da das Kochſalz im ſiedenden Waſſer viel weniger auflöslich iſt, als das Bitterſalz, ſo läßt ſich auch erklären, warum vom letztern bey vorſichtiger Behandlung der Mutterlauge ſehr viel in derſelben zurückbleiben, und dieſe durch unmerkliches Abdunſten in der Wärme, oder durch Ausſtellen in die Froſtkälte, entweder auf Bitterſalz, oder auf Glauberſalz genutzt werden könne.

Weil endlich auch beym Einkochen der Soole auch Bitterſalz und Glauberſalz ſelbſt ſich mit ausſcheidet und den Pfannenſtein bilden hilft, ſo ſieht man nun auch ein, warum man aus dieſem Pfannenſtein Glauberſalz und Bitterſalz auslaugen könne.

In Salzſoolen, welche kein Bitterſalz enthalten, erzeugt ſich in der Froſtkälte kein Glauberſalz, und wenn ſie es nicht ſchon vorher enthalten, ſo gewinnt man nichts dergleichen aus ihnen, weder aus der Soole ſelbſt, noch aus der Mutterlauge, noch aus dem Pfannenſtein.

Salzſoolen, welche ſalzigtſaure Kalkerde enthalten, wie unſere hieſige Soole, können nach chemiſchen Grundſätzen weder Bitterſalz noch Glauberſalz führen. Dieſe Salzſoolen gehen alſo des Vortheils einer Glauberſalzfabrication verluſtig; ſie haben aber auch dagegen den Vortheil, daß das daraus geſottene Salz vom Bitterſalz und Glauberſalz frey iſt, wenn ſie gleich auch, eben wegen der ſalzigtſauren Kalkerde ein trocken bleibendes Kochſalz nur mit Vorſicht und Mühe zu liefern im Stande ſind.

Die zerfließlichen Sälze der Salzſoolen ſind in der That für die Salzſiedereyen eine große Beſchwerde, die

 wohl

wohl verdient, daß man ſich ernſtlich damit beſchäftige, das Uebel gründlicher zu heben, als es durch die bisher angewandten Mittel geſchehen konnte. Dieſe zerfließlichen Salze ſind entweder ſalzigtſaure Talkerde, oder ſalzigtſaure Kalkerde, oder beide zugleich. Nur wenn die erſtere allein da iſt, können die Soolen auch noch Bitterſalz und Glauberſalz enthalten*), die zwar das gewonnene Kochſalz nicht zerfließlich machen, aber demſelben, wenn ſie dabey ſind, einen bittern Geſchmack ertheilen und ſeine Güte und Brauchbarkeit vermindern. Manche Salzſoolen enthalten eine ſolche Menge von zerfließlichem Salze, daß man nicht im Stande iſt, ein erträglich haltbares Salz daraus zu ſieden. In armen Salzſoolen iſt das Verhältniß des zerfließlichen Salzes oft eben ſo groß, als in reicher, und man ſieht leicht, daß durch das Gradieren der erſteren das Verhältniß dieſes nachtheiligen Beſtandtheiles in der Soole größer, und daß ſolchergeſtalt die Soole endlich bey gleichem Gehalt an Kochſalze doch in dieſer Hinſicht wieder ſchlechter wird, als die rohe reichere Soole iſt. Da die erwähnten zerfließbaren Salze im Waſſer ſo ſehr leicht auflöslich ſind, ſo bleiben ſie freylich zuletzt in der Flüſſigkeit zurück und bilden die Mutterlauge, und man kann allerdings dadurch, daß man nur das zuerſt nieder-

fallende

*) Glauberſalz und Bitterſalz können ſchlechterdings nicht mit ſalzigtſaurer Kalkerde zuſammen in der Auflöſung beſtehen, wie ich ſchon oben bemerkt habe. Das erſtere giebt damit Gyps und Kochſalz, das andere Gyps und ſalzigtſaure Talkerde. Wo alſo ſalzigtſaure Kalkerde in der Soole zugegen iſt, darf man weder auf Glauberſalz, noch auf Bitterſalz in derſelben rechnen. In Herrn Nicolas Angaben des Gehalts der Soolen zu Dieuze, Chateau-Salins und Moyenvic iſt Muriate calcaire (ſalzigtſaure Kalkerde) neben Sulfate de Soude (Glauberſalz) gewiß ein Fehler, und dafür blos Muriate de magnéſie zu nehmen. (Journal de Mines No. 13. S. 24. Tab.)

igitized by Google

fallende Kochſalz anwendet, und die rückſtändige Lauge, ehe man wieder friſche Soole in die Pfanne bringt, rein heraus läßt, ein ziemlich reines Kochſalz gewinne. Aber dies aus iſt im Großen nicht ökonomiſch ausführbar, es würde mit einem unerträglichen Verluſte an Kochſalz, an Brennmaterialien und an Zeit verknüpft ſeyn. Man muß alſo ſuchen das Abrauchen der Salzſoolen ſo weit zu treiben, als es ſich thun läßt, und ohne die Mutterlauge der erſtern Pfanne abzulaſſen, wiederum friſche Soole einlaſſen, und ſich höchſtens blos darauf einſchränken, erſt gegen das Ende der Siedewoche die Pfanne von der Mutterlauge zu befreyen. Das Verhältniß des zerfließbaren Salzes wird aber dadurch in der Soole der Pfannen ſtündlich größer, die Lauge deſſelben concentrirter und dieſe hängt alſo auch den Kryſtallen des gewonnenen Kochſalzes immer um deſto mehr an, und macht es deſto zerfließlicher, je ſpäter das Salz gewonnen worden iſt. Dadurch, daß man das nur ſparſam abgetröpfelte Salz ſchnell in die ſtark erhitzten Trockenkammern bringt, und es ſehr ſtark austrocknet, hilft man der ſchlechten Beſchaffenheit dieſes Salzes wahrlich nicht ab; man ſchadet vielmehr dadurch. Denn eben wegen des zu ſchnellen Austrocknens der anhängenden Lauge des zerfließlichen Salzes bleibt deſto mehr von demſelben beym Salze zurück, und das anſcheinend trockene Salz wird nachher deſto feuchter.

Die ſalzigtſaure Talkerde oder ſalzigtſaure Kalkerde machen aber das Kochſalz nicht nur zerfließlich und minder brauchbar zum Transport, ſondern auch minder brauchbar zum Einſalzen, indem die Fähigkeit eines Salzes, Fäulniß von Fleiſch abzuhalten, mit der Menge der Feuchtigkeit, die es aufzunehmen im Stande iſt, ehe es zergeht, im Verhältniß ſteht.

Ich glaube daher eine wichtige Aufgabe der Salzwerkskunde gelöſt zu haben, wenn ich Mittel angebe, die zerfließlichen Salze, die in den Salzſoolen ſeyn können, noch vor dem Verſieden der Soole völlig wegzuſchaffen. Ich muß aber gleich im Voraus bemerken, daß das Hauptmittel nur denjenigen Salzſoolen, welche Bitterſalz, oder Glauberſalz, oder beides zugleich enthalten, wenig oder nichts koſtet, und daß nur dieſe in dem Vortheile ſind, es ohne Ankauf erhalten zu können. Ehe ich mich näher ins Detail einlaſſe, will ich erſt einige Verſuche anführen, die ſogleich die Theorie der Action meiner Mittel angeben:

1) Man löſe 1 Quentchen zerfallenen gebrannten Kalk in gemeiner Salzſäure auf, ſo daß die Auflöſung genau geſättigt iſt. Man löſe ferner 2 Quentchen zerfallenes, trockenes Glauberſalz in einer hinreichenden Menge Waſſer auf. Beide Auflöſungen ſchütte man nun zuſammen. Der Erfolg wird ſeyn, daß ſich Gyps niederſchlägt und die Auflöſung jetzt Kochſalz enthält. Aus den beiden vorigen Salzen, ſalzigtſaurer Kalkerde und ſchwefelſaurem Mineralalkali, werden alſo zwey andere, nemlich ſalzigtſaures Mineralalkali und ſchwefelſaure Kalkerde. Dieſe wechſelſeitige Zerſetzung iſt den Chemiſten längſt bekannt geweſen.

2) Man löſe 1 Loth kohlenſaure Talkerde in gemeiner Salzſäure auf, ſo daß die Auflöſung vollkommen geſättigt wird und verdünne ſie mit Waſſer. Man ſchütte in dieſelbige $2\frac{1}{2}$ Quentchen friſch zerfallenen gebrannten Kalk, den man vorher mit Waſſer gehörig zuſammengerührt hat, oder noch beſſer friſch gebrannten Kalk, den man mit Waſſer zur Kalkmilch gelöſcht hat; und 1 Loth trockenes, zerfallenes Glauberſalz. Man ſchüttele oder rühre alles wohl unter einander. Die Auflöſung muß

Waſſer

Waſſer genug enthalten, damit kein Glauberſalz unaufgelöſt übrig bleibe. Nach einigem Stehen und wiederholten Umſchütteln ſeihe man die Auflöſung durch. Dieſe wird nun keine ſalzigtſaure Talkerde mehr enthalten, wie man gleich durch Kalkwaſſer prüfen kann. Dies bleibt nemlich klar, wenn man von der Flüſſigkeit hineintröpfelt, dahingegen von der ſalzigtſauren Talkerde ein Niederſchlag von Talkerde entſteht. Die durchſichtige Auflöſung enthält vielmehr nun Kochſalz und etwas wenigem Gyps; der im Filtrum gebliebene Bodenſatz iſt Gyps und Talkerde. Statt ſalzigtſaurer Talkerde, ätzender Kalkerde und ſchwefelſaurem Mineralalkali erhält, man alſo ſalzigtſaures Mineralalkali, ſchwefelſaure Kalkerde und reine Talkerde. Bey dieſer Vermiſchung der angeführten Materialien verbindet ſich alſo die Schwefelſäure des Glauberſalzes mit der Kalkerde zum Gyps, während das Mineralalkali des erſtern mit der ſalzigten Säure der ſalzigtſauren Talkerde zum Kochſalz zuſammentritt, wobey folglich die Talkerde ausgeſchieden wird, die mit dem nicht aufgelöſten Antheile des Gypſes niederfällt.

Jetzt wird man leicht einſehen, worin meine Mittel beſtehen, die zerfließlichen Salze der Soolen wegzuſchaffen, nemlich in gebranntem Kalke und Glauberſalze; und zwar iſt nach der verſchiedenen möglichen Beſchaffenheit des Gehaltes der Salzſoolen entweder nur das eine oder das andere, oder ſind beide Mittel zugleich anzuwenden.

1) Wenn die Salzſoolen außer dem Kochſalz blos ſalzigtſaure Kalkerde enthalten, ſo iſt das Glauberſalz allein nöthig. 2) Wenn ſie außer dem Kochſalz ſalzigtſaure Talkerde und Glauberſalz enthalten, ſo iſt der gebrannte Kalk allein hinreichend, vorausgeſetzt, daß die nöthige Menge des Glau-

Glauberſalzes in der Soole ſchon zugegen ſey. Bey Soolen dieſer Art würde man alſo am wohlfeilſten ſeinen Zweck erreichen. 3) Wenn die Soolen ſalzigtſaure Talkerde und Bitterſalz ohne Glauberſalz enthalten, ſo iſt beides, gebrannter Kalk und Glauberſalz zur Zerſtöhrung jener beiden Salze nothwendig; eben dies iſt auch der Fall, 4) wenn die Soolen ſalzigtſaure Talkerde und ſalzigtſaure Kalkerde zugleich enthalten, wobey ſie aus chemiſchen Grundſätzen kein Bitterſalz und kein Glauberſalz führen können. Endlich 5) wenn die Soolen neben der ſalzigtſauren Talkerde und dem Bitterſalz noch Glauberſalz führen, ſo würde es wiederum blos des gebrannten Kalks nur allein bedürfen, um alle dieſe Salze zu zerſtöhren. In dem Falle, daß die Soolen von der zweyten und fünften Art nicht genugſame Menge des Glauberſalzes enthielten, wäre freylich noch ein Zuſatz vom letztern nöthig.

Es bedarf wohl keiner Erinnerung, daß die von mir vorgeſchlagenen Mittel kein fremdes Salz in die Soole bringen, ſondern in den Fällen, wo ſie angewandt werden müſſen, die Menge des Kochſalzes der Soole vielmehr vermehren. Der Gyps, der ſich in jedem Fall erzeugt, kann keine Einwendung dagegen begründen; denn er iſt ſchon in den mehreſten Soolen bis zur Sättigung enthalten, und dann würde ſich nichts mehr von ihm auflöſen; oder die geringe Menge, die ſich auflöſt, verunreiniget das Kochſalz nicht, ſondern ſcheidet ſich als Pfannenſtein früher ab.

Meine Mittel bewürken vielmehr dem nicht minder wichtigen Vortheil, daß ſie fremdartige Salze, die dem Kochſalze nachtheilig ſind, und ihm einen bittern Geſchmack ertheilen, nemlich Bitterſalz, Glauberſalz aus der

der Soole wegſchaffen, und ſo zur Darſtellung des rein- ſten Kochſalzes Gelegenheit geben.

Bey der Anwendung meiner Mittel giebt die Soole keine Mutterlauge weiter, und ſie kann bis auf den letzten Tropfen zu Kochſalz verſotten werden. Der Gewinn, der dadurch an Zeit, an Brennmaterialien und an Salz beym Verſieden, und an Zeit beym Trock- nen, gewonnen wird, muß Salzwerkskundigen, oh- ne mein Erinneren, einleuchten. Und doch iſt dies nur Nebengewinn, gegen den Hauptgewinn, ein Kochſalz zu erhalten, das rein, nicht zerfließlich, haltbar und luft- beſtändig iſt, und Aufbewahrung und Transport ohne Einſchränknng verträgt.

Ein Haupteinwurf gegen die ökonomiſche Aus- führbarkeit meiner Vorſchläge könnte mir in Anſehung der Koſten des Glauberſalzes gemacht werden, und dieſer Einwurf wäre ſehr gegründet, wenn nicht die mehreſten Salzſoolen zu der zweyten, dritten, oder fünften der vorher angeführten Arten gehörten, die daſſelbe entweder ſchon enthalten oder ſich es zu verſchaffen im Stande ſind. Salzſoolen nemlich, welche Bitterſalz enthalten, bedürfen dazu weiter nichts, als der Froſtkälte ausgeſetzt zu werden. Ich rathe zu dem Ende eine gehörige Menge der Soole in Baſſins der Winterkälte auszuſetzen, damit das Bitterſalz in Glauber- ſalz übergehe, und dann den gebrannten Kalk als Zuſatz zu nutzen, um die ſalzigtſaure Talkerde zu zerſtöhren. Den Schlamm, der ſich niederſchlägt, kann man, wenn man will, auch durch Zuſatz von Vitriol zur Bereitung von Bitterſalz anwenden.

Bey Salzſoolen der erſten oder vierten Art, die aber nur ſelten ſind, tritt freylich der Fall ein, daß

Digitized by Google

ſie das Glauberſalz ankaufen müſſen; bey dieſen kömmt alſo der Reinigungsprozeß höher zu ſtehen. Allein ich behaupte, daß der geringe Preiß, um welchen das Glauberſalz von den vorher erwähnten Salzſiedereyen geliefert werden kann, hinlänglich durch alle die Vortheile compenſirt wird, welche die gereinigte Soole gewährt. Eine Soole müßte ſchon ungemein ſchlecht ſeyn, oder übermäßig viel zerfließbares Salz enthalten, wenn man auf eine Laſt Salz, die man daraus ſiedet, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Centner Glauberſalz anwenden müßte. Wenn nun die Koſten für das letztere compenſirt wurden durch die Menge des mehr gewonnenen Salzes, und durch die Erſparung an Brennmaterialien und an Zeit, ſo würde es ſchon um der Abnehmer willen, auch wenn ſie gezwungene Abnehmer ſeyn ſollten, Pflicht, dieſe Reinigung der Soole vorzunehmen.

Eine allgemeine Vorſchrift, die von mir vorgeſchlagene Methode anzuwenden, läßt ſich nicht geben, da ſie ſich nach der Art der Soole und der Menge der zu ändernden Beſtandtheile richtet. Indeſſen läßt ſich für jede Soole der dazu nöthige Weg leicht ausmitteln. Vor allen Dingen aber iſt nöthig, daß man die Beſtandtheile der Soole, bey der man die Reinigungsmethode anwenden will, genau kenne, und in dieſer Hinſicht möchten wohl die mehreſten Unterſuchungen der Salzſoolen einer Reviſion bedürfen. Hat man den Gehalt der Salzſoole genau ausgemittelt, ſo ergiebt ſich dann bald, ob man blos Kalk allein, oder Glauberſalz allein oder beide zuſammen anwenden müſſe. Die dazu nöthige Quantität muß durch unmittelbare Verſuche beſtimmt werden, die ſich aber auch leicht anſtellen laſſen. Man nimmt zu dem Ende ein beſtimmtes Maaß der ſiedewürdigen Soole, verſetzt ſie zur Zerſtöhrung der zerfließbaren Salze mit den dazu nöthigen Subſtanzen, und prüft ſo lange, bis man

den

Digitized by Google

den gehörigen Grad des Zuſatzes getroffen hat, woraus ſich denn leicht die nöthige Menge für das Ganze der zu verſiedenden Soole finden läßt.

Der Zuſatz der erforderlichen Ingredienzen geſchieht im Großen in den Behältern, worin man die ſiedwürdige Soole aufbewahrt, und es wird freylich nöthig ſeyn, daß noch ein zweytes Behältniß darunter angelegt werde, worin man die geläuterte Soole von dem Bodenſatz des Gypſes und der Magneſie, der ſich bildet, abläßt.

Digitized by Google

10.

Nachricht
von
Fourcroy's und Vauquelin's Verſuchen mit dem Knallſalze *).

Die Gewalt und die Schnelligkeit, womit ſich das Knallſalz (Muriate ſuroxiginé de Potaſſe) entzündet, und die größeſte Anzahl verbrennlicher Körper in Brand ſetzt, hat den Bürgern Fourcroy und Vauquelin zu neuen Thatſachen Veranlaſſung gegeben, die ſie dem Nationalinſtitute in einer öffentlichen Sitzung deſſelben am 15ten Germinal im 4ten Jahr mittheilten. Schon mehrere Chemiſten haben beobachtet, daß dies etwa vor neun Jahren von Berthollet entdeckte Salz, das die Elemente und Phänomene des Blitzes in ſich einzuſchließen ſcheint, verpuffe, kleine electriſche Funken werfe, und den Schwefel in Selbſtentzündung verſetze. Ein unglücklicher Verſuch zu Eſſonne im October 1788 zeigte, daß es beym Zuſammenreiben mit Schwefel und Kohle, um es in Schießpulver zu verwandeln, ſich von ſelbſt entzünde. Nach dieſen erſten Beobachtungen von Lavoiſier, Pelletier, van Mons, unternahmen Fourcroy und Vauquelin eine Reihe von Unterſuchungen über die Würkungen des Salzes auf verſchiedene

*) Annales de Chimie par les Citoyens Guyton, Monge, Berthollet, Fourcroy, Adet, Séguin, Vauquelin, Pelletier, C. A. Prieur, Chaptal et van Mons, à Paris (1797). T. XXI. S. 235. ff.

dene bekannte entzündliche Körper. Folgendes ſind die hauptſächlichſten von ihnen entdeckten Thatſachen.

1. Drey Theile Knallſalz und ein Theil Schwefel in einem metallenen Mörſer zu Pulver gerieben, zeigen dabey vervielfältigte und ſucceſſive Detonationen, gleich einem Peitſchenknall oder Piſtolen- und ſelbſt Flintenſchüſſen, nach Maaßgabe der Heftigkeit der Bewegung und der Stärke des Drucks, den man anwendet. Einige Centigrammen dieſes Gemenges auf einem Ambos mit einem Hammer ſtark geſchlagen, bewirken ein Getöſe, gleich einem Flintenſchuß; man ſieht Ströme von purpurfarbenem Lichte um den Ambos. In concentrirte Schwefelſäure geworfen, entzündet ſich das Gemenge plötzlich und brennt ohne Geräuſch mit einer blendend weißen Flamme.

2. Drey Theile des Salzes, ein halber Theil Schwefel, und ein halber Theil Kohlen, machen noch ſtärkere Detonationen, als das vorhergehende Gemenge, wenn man ſie in dem Mörſer reibt, und ein noch ſtärkeres Getöſe, wenn man ſie auf dem Amboſe ſchlägt. Die Flamme dieſes Gemenges, ſowohl beym Verpuffen, als beym Einwerfen in Schwefelſäure, iſt heftiger, lebhafter und röther, als die des vorigen.

3. Gleiche Theile Knallſalz und gepulvertes Spießglanz verpuffen beym Stoßen, und bringen mit der Schwefelſäure nur röthliche Funken hervor. Das Zink zu gleichen Theilen, verpufft damit ebenfalls mit einer weißen Flamme; zeigt aber nichts in der Schwefelſäure.

4. Das reguliniſche Arſenik verpufft damit ſehr heftig, beym Schlagen mit dem Hammer, und entzündet ſich mit ganz außerordentlicher Heftigkeit und Glanze bey Berührung mit der Schwefelſäure. Es erhebt ſich bey dieſem letztern Verſuche ein Rauch, der in der Luft

 die

die Geſtalt eines Ringes annimmt, wie beym freywilligen Abbrennen des phosphorhaltigen Waſſerſtoffgas in ruhiger Atmoſphärr.

5. Das Schwefeleiſen (Schwefelkies) entzündet ſich plötzlich, aber ohne Geräuſch beym Zuſammenreiben in einem metallenen Mörſer. Wird das Gemenge auf einem ſtählernen Ambos geſchlagen, ſo detonirt es ſtark und mit einer rothen Flamme.

6. Zinnober, und die ſchwefelhaltigen Spießglanzkalke verpuffen beym Stoßen mit dem Knallſalze; aber ſie entzünden ſich mit der Schwefelſäure nicht. Eben dies iſt der Fall beym Gemenge aus bloßer Kohle und Knallſalze.

7. Zucker, Gummi's, fette und ätheriſche Oele, Alcohol, Aether, mit Knallſalze vermiſcht, ſo, daß dieſe letztern flüſſigen entzündlichen Subſtanzen damit einen Brey bilden, haben die Eigenſchaft, beym Stoß mit dem Hammer heftig zu verpraſſeln. Sie geben alle beym Verpuffen eine lebhafte Flamme. Beym bloßen Zuſammenreiben verpuffen dieſe Gemenge nicht, und entzünden ſich nicht. Einige davon entzünden ſich mit der concentrirten Schwefelſäure; ihr Verbrennen iſt aber langſam und ſucceſſiv.

8. Alle die vorher angezeigten Subſtanzen, die mit dem Knallſalze vermengt, ſich entzünden und plötzlich abbrennen, und durch den heftigen Stoß des Hammerſchlags ein beträchtliches Getöſe verurſachen, bringen eine noch weit ſtärkere Detonation hervor, wenn man ſie zwiſchen doppeltes Papier preßt, ehe man ſie ſchlägt.

9. Die electriſche Erſchütterung einer ſtarken Maſchine mit einer groſſen Batterie, brachte, wie der Stoß, alle vorher angezeigten Gemenge zum Verpuffen, und es verbreitete ſich dabey ebenfalls ein lebhaftes Licht.

Was

Digitized by Google

Was die Theorie dieſes ſonderbaren Phänomens betrifft, ſo ſcheint ſie mit derjenigen übereinzuſtimmen, welche Berthollet in Anſehung der Würkung des Knallſilbers bey der leichteſten Berührung entwickelt hat. Der Druck, wenn er beſonders in einem ſehr kurzen Zeitraum geſchiehet, wie beym Stoß, begünſtigt die Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem entzündlichen Körper; dieſe Verbindung, die durch den plötzlich aus dem Knallſalze entwickelten Sauerſtoff bewürkt wird, iſt mit einer plötzlichen Dilatation und der augenblicklichen Bildung von gasförmigen Stoffen begleitet, wodurch die umgebende Luft mit einer ſo großen Schnelligkeit zuſammengedrückt wird, daß daraus ein beträchtliches Getöſe entſteht. Das Licht, der Dampf, der jedem der angewandten verbrennlichen Körper eigene Geruch, beweiſen, daß eine wahre Entzündung ſtatt findet, deren Gewalt und Heftigkeit die ſtarke Detonation zuzuſchreiben iſt.

Die durch Schwefelſäure hervorgebrachte Entzündung rührt von der Entbindung der gasförmigen oxygenirten Salzſäure her, in welcher die mit dem Salz vermengten verbrennlichen Materien ſich noch plötzlicher entzünden, als im gewöhnlichen oxygenirt-ſalzſauren Gas.

II.

Auszug aus einer Abhandlung des Herrn Ben. Prevoſt in Genf, über die Ausflüſſe riechender Körper, und über die Mittel, ſie dem Geſichte bemerkbar zu machen *).

1. Wenn eine riechende, feſte oder flüſſige Subſtanz **) auf eine befeuchtete Platte, oder eine weite Untertaſſe, die mit einer ganz dünnen Waſſerſchicht überzogen iſt, gelegt wird, ſo treibt ſie dieſe auf der Stelle weg, und es bildet ſich um ſie herum ein Raum von einigen Zollen.

2. Wenn Stückchen einer feſten, riechenden Materie, oder Stückchen Papier oder Kork, die mit einer riechenden Flüſſigkeit getränkt oder beſtrichen ſind, auf Waſſer gelegt werden, ſo kommen ſie ſogleich in eine drehen-

*) Annales de chimie T. XXI S. 259. ff. Bey der Ueberſetzung iſt zugleich auf die Berichtigungen Rückſicht genommen worden, die Herr Prevoſt im folgenden Heft der Annales beygebracht hat. G.

**) Naphta, Alcohol, Salpeterſäure, ſalpetrigte Säure, Ammoniak, Eſſig, ätheriſche Oele, riechende Wäſſer, Aufgüſſe und Säfte von Pflanzen, bringen vorzüglich die Würkung hervor.

drehende Bewegung mit groſser Geſchwindigkeit. Romieu hatte ſchon dieſe Beobachtung mit dem Kampher gemacht, und ſie fälſchlich von der Electrizität abgeleitet. Man bemerkt ſelbſt an Kampherſtücken von 7 bis 8 Quentchen Bewegung.

3. Wenn man in dieſem Falle eine riechende Flüſſigkeit aufs Waſſer ſchüttet, ſo wird die Bewegung ſo lange gehemmt, bis jene verflüchtigt iſt. Ein fettes Oel hemmt die Bewegung ſo lange, bis man das dadurch auf dem Waſſer gebildete Häutchen wieder weggenommen hat.

4. Wenn man die Oberfläche des Waſſers mit einem Blättchen Metall, Papier, Glas, was man wiederholt hineintaucht und wieder herauszieht. reinigt, bis das erwähnte Häutchen ganz weggebracht iſt, ſo kömmt die drehende Bewegung wieder. Es iſt hinreichend, eine Stange Siegellack, ein Stück Wachsſtock ins Waſſer zu tauchen, und die Tropfen, die ſich auf dieſen Körpern ſammlen, in einem Glaſe auf das Waſſer zu werfen, worauf ſich die riechenden Subſtanzen bewegen, um dieſe Bewegung zu hemmen. Metall leiſtet nicht denſelbigen Effect, als das Wachs.

5. Es bildet ſich um die riechenden Subſtanzen eine Atmoſphäre von Elaſtiſchflüſſigen, von welcher die angezeigten Würkungen abhängen.

6. Ein Stück Kampher z. B., das drey bis vier Linien ins Waſſer getaucht iſt, ohne darin zu ſchwimmen, erregt um ſich herum eine zitternde Bewegung in dem Waſſer, welche die kleinen benachbarten Körperchen abſtöſst, und wieder zum Kampher zurückbringt. Der Verfaſſer zieht daraus den Schluſs, daſs von dem riechenden Stoff ein elaſtiſches Fluidum, gleich dem Feuer einer Rakete, oder beym Abbrennen eines Schieſsgewehrs, entweiche.

7. Wenn zwiſchen der Höhe des Waſſers und dem Stückchen Kampher, das man zum Verſuch braucht, ein gewiſſes Verhältniß erreicht worden iſt, ſo entfernt ſich das Waſſer plötzlich davon, kömmt dann zum Kampher zurück, entfernt ſich von neuem, wie durch eine Exploſion, deren Rückwürkung (recul) dem Kampherſtück eine Umdrehung um ſich ſelbſt zu machen veranlaßt.

8. Stückchen Kampher, von der Größe einer Erbſe, und andre riechende Subſtanzen, auf die Fläche eines runden Metallblattes von 4 bis 5 Linien Durchmeſſer, das auf dem Waſſer ſchwimmt, gelegt, geben dieſer Unterlage eine minder lebhafte Bewegung, als die iſt, welche der Kampher für ſich erhält *). Wenn man das Glas, worin man die Verſuche macht, faſt ganz mit Waſſer anfüllt, und mit einer Platte bedeckt, und ſo den Contact der Luft unterbricht, ſo wird die Bewegung ſchwächer und gehemmt.

9. Der Kampher für ſich bewegt ſich ſchneller, als wenn er auf Metallblättchen liegt. Der Verfaſſer zieht daraus den Schluß, daß der unmittelbare Contact des Waſſers die Entwickelung des Fluidums begünſtigt, welches die Bewegung hervorbringt.

10. Der Kampher verdunſtet dreyßig- bis vierzigmal ſchneller, wenn er auf Waſſer liegt, als wenn er von allen Seiten von der Luft umgeben iſt.

11. Während der Kampher ſich in die Luft zerſtreuet, behält er ſeine Form und ſeine mattweiße Farbe; auf dem Waſſer hingegen rundet er ſich ab, und wird durchſichtig, als wenn er eine Art von Schmelzung erlitt. Man könnte glauben, daß dies von der erhaltenen Bewe-

*) Etwas Naphta auf einem Stanniolblättchen, ertheilt dieſem eine ſchnelle Bewegung.

Digitized by Google

Bewegung herrühre, wodurch er mehr Oberfläche der Luft darbietet.

12. Bey zwölf gleichen Kampherſtückchen, wovon ſechs in einer mit recht trocknem, ungelöſchten Kalk verſehenen Glocke, und ſechs andere in einer mit einem naſſen Schwamme feucht erhaltenen Glocke aufgehängt waren, war die Verflüchtigung durchaus gleich; und das Waſſer, das in dieſem Falle den Kampher nicht berührte, ſchien dazu nichts beyzutragen.

13. Es iſt vielmehr dazu nöthig, daß das Waſſer ihn unmittelbar berühre; auch zerſtreuen ſich Kampherſtückchen, die auf beſtändig naß erhaltenem Löſchpapier liegen, eben ſo ſchnell, und werden eben ſo durchſichtig, als wenn man ſie auf Waſſer legt; ſie erhalten aber keine Bewegung.

14. Die gemeinſchaftliche Würkung des Waſſers und der Luft begünſtigt alſo die Entwickelung des Fluidums, das der Grund der Bewegung und der gänzlichen Zerſtreuung der riechenden Körper iſt.

15. Die Bewegung der riechenden Körper auf dem Waſſer wird nach einiger Zeit von ſelbſt gehemmt und hört auf, weil das Waſſer alsdann einen ſtarken Geruch erlangt, und die Verflüchtigung nun in allen Punkten ſeiner Oberfläche gleich ſtark geſchiehet, folglich die kleine Maſſe ſich von der riechenden Flüſſigkeit ſelbſt umgeben befindet, die nicht mehr blos Luft iſt, und ſich darin, wie in gewöhnlichen riechenden Flüſſigkeiten auflöſt, ohne Bewegung zu erhalten.

Es findet hierbey noch ein bemerkenswerther Umſtand ſtatt. Berührt man nemlich mit einer in Oel getauchten Stecknadel, die Oberfläche des Waſſers, worauf ſich die riechenden Theilchen bewegen, ſo hören ſo gleich und blitzſchnell die Bewegungen auf; man ſieht auf dem

Waſſer ein durchs Oel gebildetes Regenbogenhäutchen; das Waſſer durchdringt nun die Poren des Oels, wie die des Kamphers, entwickelt daraus ein Fluidum, welches das Waſſer verhindert, in die Poren der riechenden Subſtanz einzudringen; die Bewegung hört auf, weil die letztere jetzt von einem durchs Oel gebildeten Fluidum umgeben iſt, das nicht mehr blos Luft iſt.

Herr Prevoſt glaubt mit Recht, daß dieſe Erfahrungen beytragen können, die Theorie riechender Ausflüſſe weiter zu bringen. Er beſcheidet ſich zwar, dieſen Gegenſtand nicht erſchöpft, er glaubt aber, ein Mittel gefunden zu haben, den riechenden Ausfluß vermittelſt des Waſſers nicht nur fürs Geſicht, ſondern auch fürs Getaſt bemerkbar zu machen. Vielleicht könnte nach ſeiner Meynung dieſe Art von Odoroſcop bey mehrerer Vervollkommung ein Odorimeter werden *). Die Ausnahmen, wie z. B. beym Ohrenſchmalz, das viel Würkung auf dem Waſſer zeigt, ohne merklich riechend zu ſeyn; und bey den warmen oder feuchten Fingern, ſind nur ſcheinbar. Denn wenn gleich unſere Geruchswerkzeuge daran keinen Geruch wahrnehmen, ſo können es doch Thiere, bey denen jener Sinn ſchärfer iſt, wie z. B. Hunde Perſonen durch den Geruch unterſcheiden können. Das Odoroſcop könnte uns alſo über dieſe Ausflüſſe Licht verſchaffen, wo es uns noch mangelt. So zeigt das Fett von Geflügel, das für uns faſt gar keinen, für die Hunde aber einen ſehr merklichen Geruch hat, ſehr auffallende Merkmale als Odoroſcop. —

*) Dieſe Benennungen ſind, wie einige andere neuerlich aufgebrachte, Voces hybridae. Beſſer wäre Odmoſcop und Odmometer. G.

12.

Auszüge aus Briefen phyſikaliſchen Inhalts an den Herausgeber.

1.

Ueber einen phoſphoreſcirenden Sandſtein,

von

Herrn Chriſt. Sartorius
in Jena.

Jena, den 28ſten May 1797.

Ich beſchäftigte mich vergangenen Winter, in den Dämmerungs-Stunden, mit der Phosphoreszens einiger bekannten Steine. — Als ich mich bey mehreren bekannten davon überzeugt — und an ihrer Erſcheinung ergötzt hatte — gerieth ich auf den Gedanken, auch andere zu unterſuchen.

Ich fand, daß ein hieſiger **kalkartiger Sandſtein** ſie vorzüglich zeigte — welches vorher noch nicht bekannt war, ſo viel ich weiß.

Am ſchönſten nimmt ſich das Phänomen aus, wenn man mit einem Kamm über die Oberfläche des Steines hinweg ſtreicht.

Ich löſte den Stein durch Salpeterſäure auf, ſchlug die Kalkerde aus der Auflöſung durch Pflanzenlaugen-

ſalz nieder, ſüßte ſie aus, und verſuchte, ob ſie auch noch leuchte, wenn man im Dunkeln mit einem Meſſer, oder ſonſt etwas über ſie hinſtrich, ſo auch der Sand; — allein von beiden konnte ich nicht das mindeſte bemerken; auch nicht, wenn ich die Kalkerde wieder mit dem Sande vermiſchte. Das, was die Phosphorescenz verurſachte, war alſo verſchwunden. Noch muß ich bemerken, daß, wenn man den Sandſtein in glühende Kohlen legt, er anfängt zu phosphoresciren gleich dem Flußſpath. Daß es kein Glühen ſey, beweiſet, — daß, wenn man ein Papier auf ihn legt, es nicht anfängt zu brennen.

Ich habe zwar mehrere Verſuche damit angeſtellet, allein es würde zu weitläuftig werden, ſie in einem Brief zuſammen zu ſtellen. Auch habe ich gefunden, daß der braunrothe Gyps ebenfalls durch Streichen phosphorescirt, welches mir vorher ebenfalls nicht bekannt war, zwar nicht in einem ſo hohen Grade, als wie der Sandſtein, doch aber ſtärker als Quarz, Jaſpis u. d. gl. An dem weißen habe ich es nie bemerkt.

Ich glaube, vielleicht mit Recht, daß dieſer Stein entweder einen Theil des Lichts oder des Feuers in ein helleres Licht wird ſetzen können, da die Experimente ſehr leicht in einzelnen Gasarten werden angeſtellt werden können, ſo wie auch im luftleeren Raume, und ich hoffe, daß bey letzterm eben dasjenige geſchehen wird, was beym Feuerſchlagen des Herrn Barletti im luftleeren Raume geſchah. (Götting. gelehrt. Anzeig. 1795. B. 2. S. 2005.)

Ich erbiete mich, jedem Freunde der Mineralogie, gegen Tauſch von dieſem Sandſtein zu überlaſſen. Er bricht flözartig, in einem aufgeſchwemmten Gebürge, worin ſehr oft rother Jaspis zerſtreut gefunden wird, allhier.

2.

2.

Von Herrn Franz Chriſtoph Frenzel
zu Gräilenburg bey Freyberg.

Den 23ſten Jun. 1797.

— Um meinen Zöglingen eine Vorſtellung von dem electriſchen Flugrade zu geben, bediente ich mich, in Ermanglung eines ſolchen Inſtruments, einer Magnetnadel. Ich bemerkte bald, daß dieſe eine gleichförmige Richtung hielt, ſelbſt wenn ſie in ihrem Laufe gehemmt, und mit Gewalt auf die entgegengeſetzte Seite getrieben wurde. Ich machte darauf den Verſuch mit einer ähnlichen Nadel von Meßing; auch hier zeigte ſich dieſelbe Erſcheinung, doch mit dem Unterſchiede, daß ihre Richtung dem Laufe der Magnetnadel gerade entgegengeſetzt war. Ich würde die Verſuche auch mit unmagnetiſchen ſtählernen Nadeln angeſtellt haben, aber Mangel an Inſtrumenten hinderten mich daran. Vielleicht kann eine mechaniſche Urſache zu Grunde liegen, die ich aber nicht habe entdecken können; denn meine Nadeln ſind weder excentriſch, noch unegal gearbeitet; vielleicht aber kann auch ein noch unentdecktes Verwandtſchaftsgeſetz dieſe Wirkung hervorbringen. Letzteres ſcheint ein kleiner Taſchencompaß, den ich in Geſtalt einer Uhr bey mir trage, einigermaßen zu beſtätigen. Denn wenn das obere Glas in der Taſche durch Friction electriſch geworden iſt, ſo braucht die Nadel allezeit einige Zeit, ehe ſie in Lauf kömmt, weil die Spitze mit vieler Gewalt von dem Glaſe angezogen wird. Sollten mehrere Verſuche dieſe Erſcheinung beſtätigen, ſo ließ ſich vielleicht die Richtung der Magnetnadel nach Norden aus einem Zuſammenhange mit den Nordlichtern am beſten er-

erklären, und die Meinung von einem electriſchen Nord- und Südpole unſerer Erde würde eine Beſtätigung mehr erhalten, da man überdieß ſchon einen Einfluß der Nordlichter auf die Magnetnadeln bemerkt hat.

Ich las im 388ſten Stück der Jen. Litteraturzeitung vom Jahr 1796 eine ſehr auffallende Beobachtung, die meiner nun ſeit drey Jahren gemachten Erfahrung durchaus widerſpricht, und deswegen erlaube ich mir dieſen Zuſatz. Das Barometer ſoll nemlich bey herannahenden Gewittern ſteigen, und bey wegziehenden wieder fallen. Nach meinen Beobachtungen fiel allezeit bey herannahenden Gewittern das Barometer ſo regelmäßig, daß ich ſeine Ankunft ſchon mehrere Stunden vorher anſagen konnte, während des Gewitters blieb es auf ſeinem angenommenen Standpuncte, und erſt, nachdem es ſich entfernte, fing auch das Queckſilber an zu ſteigen. Ja, bey einem heftigen Gewitter, das gerade über uns ſchwebte, war das Barometer in einer beſtändigen Oſcillation. In jedem Monate iſt der Gewitterſtandpunct aber am Barometer verſchieden, im Junius und Julius ſteht er am niedrigſten, im May und Auguſt höher. Nach de Lucs Theorie läßt ſich nach meiner Meinung dieſe Erſcheinung ſehr gut erklären, weil ſchon vor dem Ausbruch des Gewitters eine Zerſetzung der Luft in Waſſer erfolgen muß, wodurch ihre Elaſticität vermindert wird. Aus demſelben Grundſatze laſſen ſich auch die Stürme, die die Gewitter gemeiniglich begleiten, genugthuend erklären; denn durch die electriſchen Schläge entſteht nun eine ſtärkere Zerſetzung.

Inhalt.

1. Nachricht von Watts neueſten Verbeſſerungen ſeiner Dampfmaſchinen, von Herrn Mundt. . Seite 143

2. Entwurf zur Verbeſſerung der Einrichtung beym Brandlöſchen, von Herrn van Marum. . . . 152

3. Weitere Nachrichten von den van Marumſchen Verſuchen, das Feuer zu löſchen. 158

4. Bericht des Herrn van Marum, betreffend den Gebrauch einer tragbaren Brandſprütze, um damit aufs ſchleunigſte Feuer zu löſchen. 164

5. Schreiben des Herrn Oberbergrath von Humboldt an Herrn van Mons in Brüſſel, über den chemiſchen Prozeß der Vitalität. 171

6. Auszug eines Briefes des Herrn Fourcroy zu Paris an Herrn van Mons in Brüſſel, in Beziehung auf das bevorſtehende Schreiben des Herrn von Humboldt. . . ! . . . . : . 180

7. Abhandlung über den relativen Zuſammenhang hohler, feſter Körper, vom Herrn Prof. Schmidt in Gießen. 184

8 Verſuche über die Expanſivkraft des Dampfes von Waſſer und Alcohol. 215

8. Ver-

Digitized by Google

9. Ueber die Entſtehung des Glauberſalzes in den Salzſoolen bey der Temperatur unter dem Gefrierpunkte, und über ein Mittel, die Salzſoolen von allen ihren zerfließlichen Salzen auf eine leichte und wohlfeile Weiſe zu befreyen, vom Prof. Gren. , , , Seite 224

10. Nachricht von Fourcroy's und Vauquelins Verſuchen mit dem Knallſalze. , , , , , 238

11. Auszug einer Abhandlung des Herrn Ben. Prevoſt in Genf, über die Ausflüſſe riechender Körper, und über die Mittel, ſie dem Geſicht bemerkbar zu machen. 242

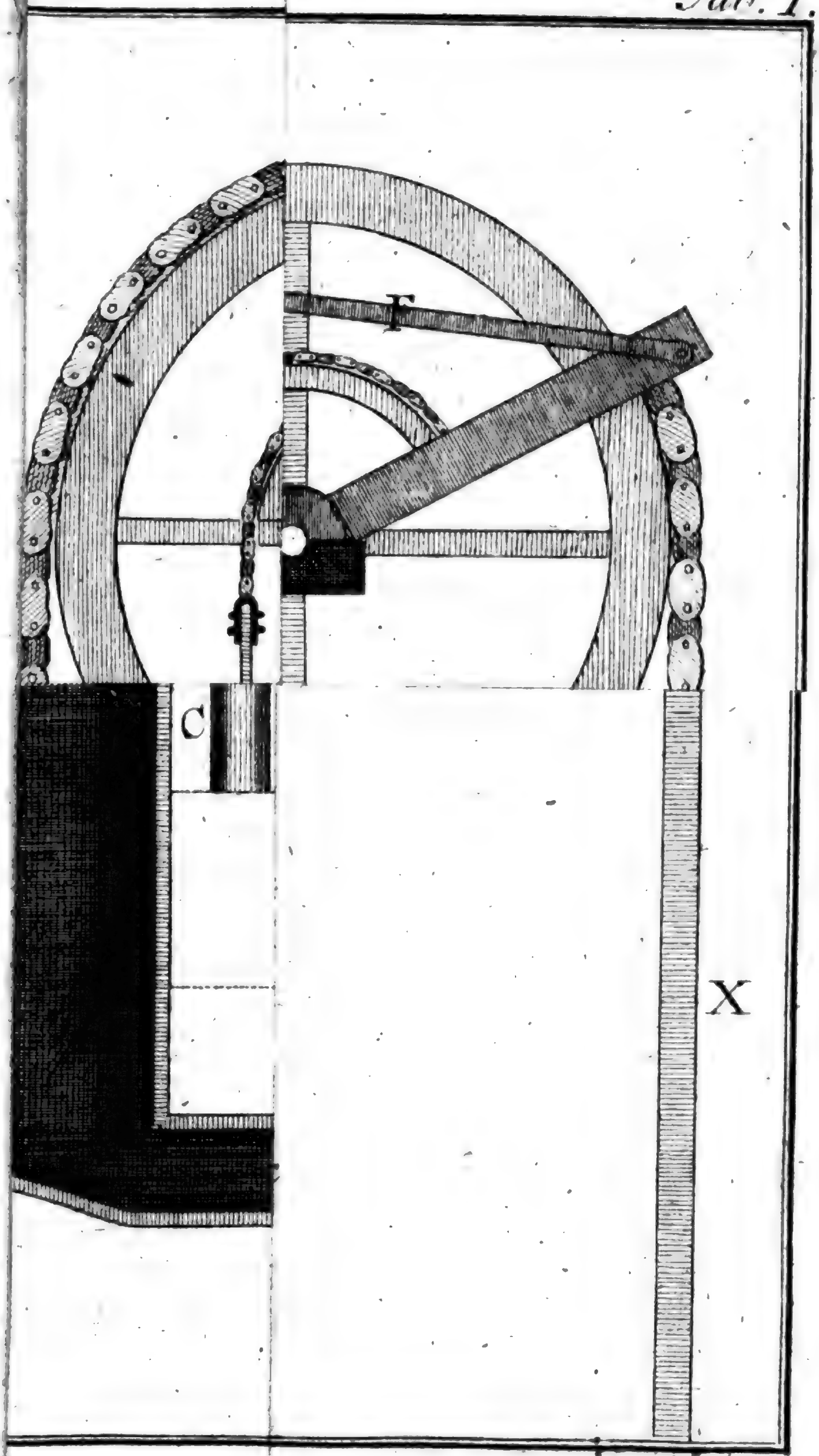
12. Auszüge aus Briefen phyſikaliſchen Inhalts:

1) Von Herrn Sartorius in Jena. , , , 247

2) Von Herrn Frenzel in Grüllenburg. , , 249

Digitized by Google

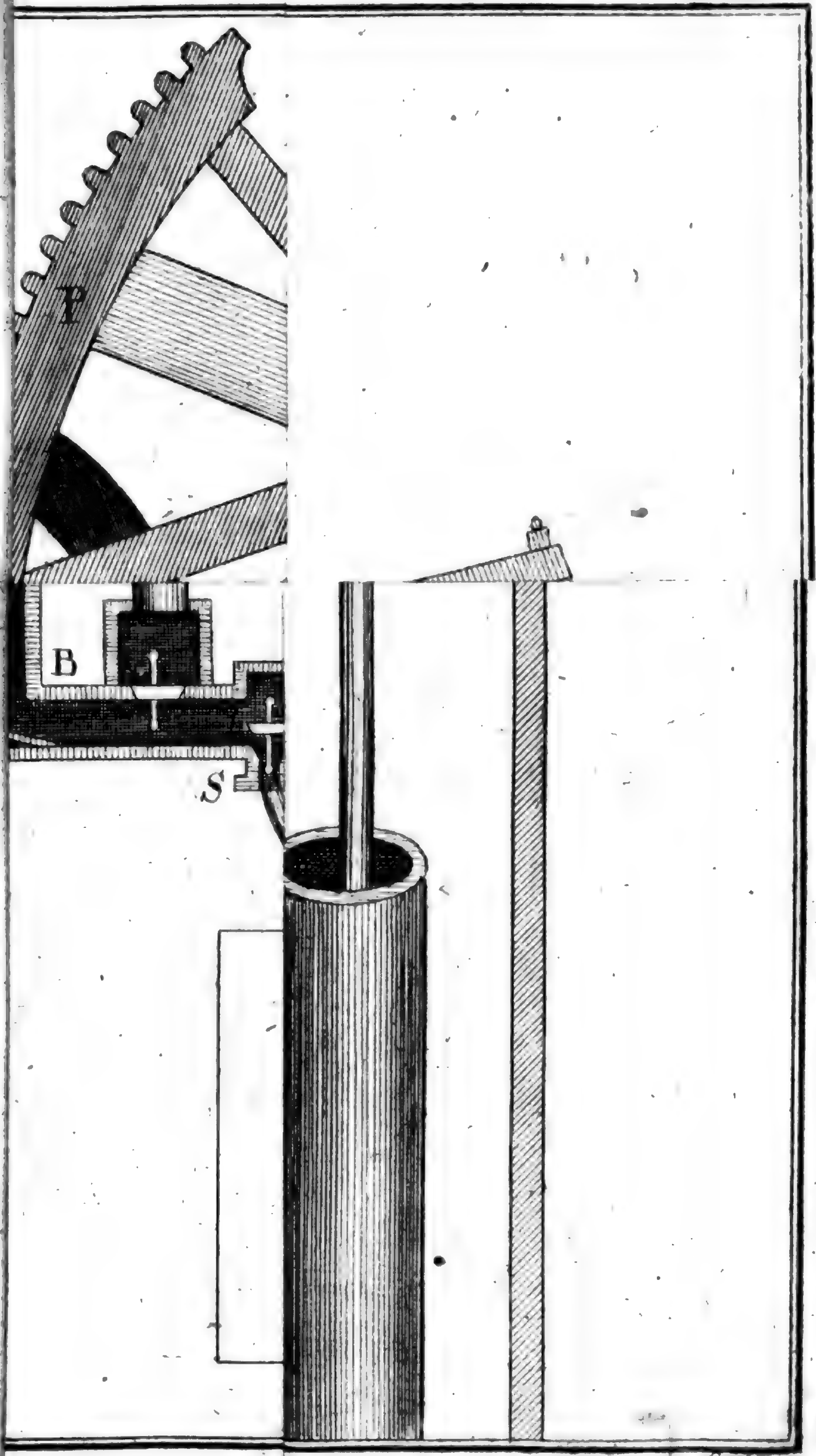
Tab. I.



Liebe f.

Digitized by Google

Dampfmaſchit einem Schwungrade. Tab. II



Liebe fc

echſelna

igitized by Google

rechſelna

Digitized by Google

echſelna

rechſelna

Digitized by Google

Digitized by Google

rechſelna

Digitized by Google

Tab. IV.

Fig. 4.

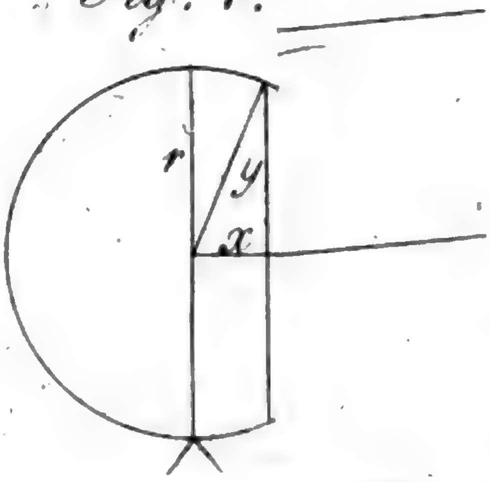
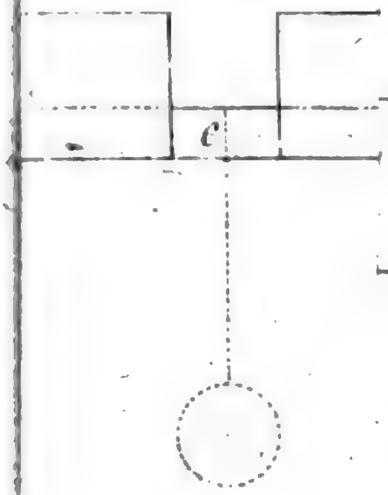


Fig. 9.



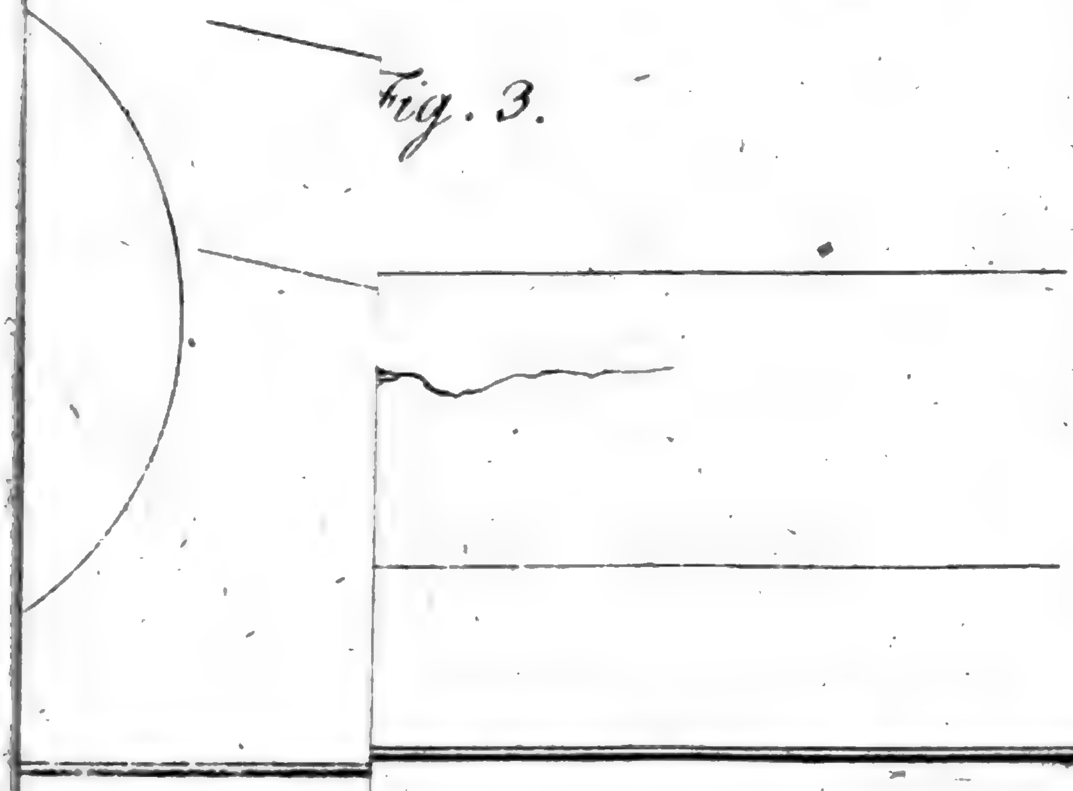


Fig. 3.

Digitized by Google

Neues Journal der Phyſik.

Des vierten Bandes drittes Heft.

Herausgegeben von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Profeſſor zu Halle.

Nebſt zwey Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Jeder Band dieſes Journals wird in vier Stücken zu 8—9 Bogen in gr. 8 nebſt ein und zwey Kupfertafeln ausgegeben. Monatlich erſcheint ein Stück à 10 Ggr. oder jährlich drey Bände zu 5 Thlr. Die reſp. Intereſſenten machen ihre Beſtellungen einzelner Exemplare jedesmal auf einen Band von vier Stücken mit 1 Thlr. 16 Ggr. bey allen guten Buchhandlungen, den löblichen Poſtämtern, Zeitungs-Intelligenz- und Addreßkomtoiren, in und auſſer Deutſchland, für welche das Königlich-Preußiſche Grenz Poſtamt in Halle durch die Königl. Preußiſchen Staaten, und die Churf. Sächſ. Zeitungsexpedition in Leipzig durch Sachſen die Hauptverſendung übernommen haben.

Briefe, Beyträge und Aufträge dies Journal betreffend erbitten wir uns Franco.

J. A. Barth,

Buchhändler in Leipzig.

Philoikos zur Beförderung häuslicher Tugend und Glückſeligkeit, von Joh. Carl Piſchon, zweyten Prediger der evang. reform. Domgemeine in Halle. **Erſte Abtheilung,** gr. 8. **Leipzig** 1797 bey Joh. Ambr. Barth. 21 Ggr.

Je herzerhebender Beyſpiele von häuslicher Glückſeligkeit dem menſchenfreundlichen Beobachter ſind, um ſo trauriger macht ihn die Bemerkung, wenn viele nur einen geringen, höchſtens nur vorübergehenden Werth darin ſetzen, oder gar die Schuld auf den Stand ſelbſt oder die Verbindung, die ein ſo feſtes Band um ſie ſchließt, fallen laſſen. Unſer Verfaſſer konnte daher gewiß keinen glücklichern Gedanken faſſen, als über die wichtigſten und delikateſten Materien der häuslichen Verhältniſſe Belehrungen, geprüfte Vorſchriften und zweckmäſſige Anweiſung zu Erlangung derſelben zu geben, und Recenſ. geſteht ihm gern zu, daß er durch dieſes Familienbuch dem Ruhme, den er durch eine Sammlung Predigten ſich ſchon früher erwarb, nicht nur neue Feſtigkeit gegeben, ſondern ſich

auch ſeinen Platz unter unſern beſſern aſcetiſchen Schriftſtellern geſichert hat. Wer alſo für häusliche Glückſeligkeit Sinn hat und wem ſie wirklich am Herzen liegt, dem lehrt er dieſelbe anfangs nach ihren Beſtandtheilen, nach ihrem Werthe u. ſ. w. kennen lernen, dann führt der Verf. ſeine Leſer auf die zur Beförderung derſelben abzweckenden Pflichten, ſo wie er ſie auf die ſie zerſtörenden Fehler aufmerkſam macht. Z. B. Wie können Zwietracht und Uneinigkeiten in Familien am ſicherſten vermieden werden? Zerſtreuung kann nicht mit häuslicher Glückſeligkeit beſtehen; wofür ſich eine Familie zu hüten habe, deren Glücksumſtände ſich verbeſſern; über Prachtliebe und unnöthigen Aufwand, über das Spiel, über die Laune, Modeſucht, Herrſchaft in der Ehe u. ſ. w. Der Verf. bleibt bey dieſen Belehrungen nicht blos allgemein, ſondern wird oft ſehr ſpeciel, ohne die Delikateſſe im geringſten zu beleidigen. Ueberall iſt für Abwechſelung geſorgt, und die Form der Betrachtungen macht das Buch noch empfehlungswerther für die, die ſchon eine gewiſſe Bildung erhalten haben und dieſer manche Vorkenntniſſe verdanken. Recenſ. würde dieſe Schrift gern in alle Häuſer einführen, wenn es ihm möglich wäre und fordert den Verf. auf, die verſprochene zweyte Abtheilung ja bald folgen zu laſſen, da er für Familienleiden, auf welche derſelbe Rückſicht nehmen will, Troſt und Erleichterung zu ſchöpfen, ſich im voraus verſpricht.

Bey Barth in Leipzig erſchien in lezter Jub. Meſſe 1) M. G. C. Dolz Leitfaden zum Unterricht in der allgemeinen Weltgeſchichte, 8. 5 Ggr. 2) S. U. A. Viehts Anfangsgründe der Naturlehre für Bürgerſchulen, 8. 20 Ggr.

Wenn reichhaltige Kürze, richtiger Ueberblick des Umfangs und auf das Bedürfniß und zweckmäßige Auswahl der Materien ſchon Kennzeichen guter Lehrbücher ſind, ſo bedürfen dieſe gewiß keiner beſondern Empfehlung. Es ſey indeß genug hier anzuzeigen, daß beide Verfaſſer immer ihren Zweck vor Augen hatten. M. Dolz ſchon bekannten edlen Vortrag findet man hier wieder, dabey hat er immer mehr ſolche Begebenheiten, welche ſich auf Religion, Aufklärung, Sittlichkeit und Induſtrie beziehen, auszuheben geſucht, als Staatsveränderungen und Kriege, ohne dieſe zu übergehen; und ohnerachtet die wichtigen Entdeckungen der lezten Jahrhunderte und die neuen politiſchen

Begebenheiten bis auf die neueſten Zeiten ſich ſo ſehr häufen, ſo hat er doch das unangenehme Skeletartige Anſehen glücklich zu vermeiden gewußt. — Herr Vieth verbindet mit Deutlichkeit und Ordnung einen ſolchen Grad der Ausführlichkeit, daß nicht blos die Lehrſätze theoretiſch erläutert, auch immer die neueſten Entdeckungen eingewebt ſind, ſondern die Urſache ſelbſt genau beſchrieben, mehrentheils mit ſolchen Beyſpielen belegt werden, wie ſie gerade dem künftigen Bürger am nöthigſten ſind. Lehrer in Schulen werden dieſes neue Lehrbuch von ihm eben ſo gern benutzen, als ihnen ſeine mathematiſchen Lehrbücher ſchon rühmlichſt bekannt ſind.

Joh. Chr. Maiers Beſchreibung von Venedig, zweyte durchaus verbeſſerte Auflage mit Grundriſſen und Kupfern, 1—4ter Theil, gr. 8. 1795 und 1796, Leipzig bey Joh. Ambr. Barth. 5 Rthlr. 4 Ggr.

Eben den richtigen Beobachtungsgeiſt, die reine Sachkenntniß und den unermüdeten Fleiß des Verf. durch welche dieſe Beſchreibung ſchon in der erſten Auflage ſich ſo vortheilhaft auszeichnete und einen ſo vorzüglichen Werth für die Politiker, Geographen, Geſchichtforſcher, Philoſophen und beſonders auch als Leitfaden für den Reiſenden im Venetianiſchen Gebiet hat, finden wir in den Zuſätzen und Verbeſſerungen wieder. Es iſt keine Mühe geſpart um die Ortbeſchreibungen zu berichtigen, das Verzeichniß merkwürdiger Dinge zu completiren und die geographiſche Beſchreibung vollſtändiger zu machen. Die wichtigſten Zuſätze hat unſerer Meynung nach der zweyte Band erhalten, beſonders in dem Abſchnitt von der Staatsinquiſition, über den Advokatenſtand, über Lotto u. ſ. w. Das dreyzehnte Buch über Sitten und Gebräuche iſt durchaus mit höchſt intereſſanten und charakteriſtiſchen Zuſätzen, die keinen Auszug leiden, vermehrt, und der vierte Theil iſt noch neu hinzugefügt worden. Die jetzige Lage Venedigs muß die Begierde dieſes Werk zu ſtudieren, gewiß bey vielen, die es noch nicht kennen, noch mehr entzünden, und gewiß wird es unter jeder Staatsveränderung, die Venedig betreffen möchte, immer als ein klaſſiſches Werk beſtehen.

I.

Ueber die Expanſivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen.

Die Lehre von den Dämpfen, und insbeſondere von den Waſſerdämpfen (welche wegen ihrer häufigen Gegenwart in der Atmoſphäre, und dem großen Antheil, welchen ſie bey den metereologiſchen Phänomenen haben, den Naturforſcher beſonders intereſſiren), hat erſt von der Zeit an Licht erhalten, da man anfieng, die Dämpfe als beſondere, von der Luft verſchiedene, elaſtiſche Flüſſigkeiten zu betrachten, welche aus der Verbindung des Feuers mit einem feſten oder tropfbaren Körper entſtehen.

De Luc hat dieſen Satz zuerſt von den Waſſerdämpfen in ſeinem Werk über die Atmoſphäre behauptet, und ihn hernach viel beſtimmter und allgemeiner in ſeinen Ideen über die Metereologie, und in einzelnen Abhandlungen, welche theils in Rozier's Journal der Phyſik, theils in den philoſophiſchen Transactionen eingerückt worden ſind, vorgetragen. Ich ſetze aus einer der letztern (Gren's Journ. der Phyſik 8 B. S. 143 f.) einige Hauptſätze der de Luciſchen Lehre von den Waſſerdämpfen hierher.

Der Waſſerdampf iſt eine elaſtiſche Flüſſigkeit, welche aus der Verbindung des Waſſers mit dem Feuer entſteht. Blos von dem einen Beſtandtheil, dem Feuer, rühret die Expanſivkraft des Waſſers her, welche daher

mit der erhöhten Temperatur wächſet. Bey der Siedhitze des Waſſers iſt die Expanſivkraft des Waſſerdampfes dem Druck der Atmoſphäre gleich. Die Beſtändigkeit in der Temperatur der Siedhitze rühret blos davon her, daß ſich eine Menge Dampf ſowohl innerhalb, als auf der Oberfläche des ſiedenden Waſſers bildet, welcher, indem er den Druck der Atmoſphäre überwindet und als ein ſpecifiſch leichteres Fluidum in dieſelbe entweicht, die aus dem Feuer zuſtröhmende Wärme an ſich reißt und mit ſich fortführet. Die Verſtärkung des Feuers dienet nur zur Beſchleunigung der Dampfbildung, nicht zur Vermehrung der Hitze im ſiedenden Waſſer. Die Siedhitze nimmt mit dem Druck der Atmoſphäre ab und zu, weil in jenem Fall der Dampf eine mindere, in dieſem eine ſtärkere Expanſivkraft erhalten muß, um den Druck der Atmoſphäre zu überwinden, die Temperatur des Dampfes aber, folglich auch des ſiedenden Waſſers, mit der Expanſivkraft des Dampfes ab- und zunimmt.

Der Waſſerdampf bildet ſich an der Oberfläche des Waſſers, nicht blos bey der Siedhitze, ſondern bey jeder Temperatur. Der bey geringern Graden der Wärme gebildete Waſſerdampf unterſcheidet ſich von dem durch die Siedhitze gebildeten blos durch eine geringere Expanſivkraft, und weil dieſe kleiner als der Druck der Atmoſphäre iſt, ſo kann das Verdampfen bey geringern Graden der Wärme nur an der Oberfläche, nicht im Innern des Waſſers, ſtatt finden. Der Waſſerdampf ſteigt zwar als eine ſpecifiſch leichtere Flüſſigkeit in der Atmoſphäre in die Höhe, er vermiſcht ſich aber mit der Luft blos mechaniſch und behält in dieſer Miſchung ſeine diſtinctiven Eigenſchaften bey. Dieſe rühren gröſtentheils von der loſen Verbindung ſeiner beiden Beſtandtheilen her, wobei jeder derſelben noch beſondern Verwandtſchaftsgeſetzen unterworfen bleibt. Die Wärme des Dampfes behält zum

Theil

ihr Beſtreben ſich mit der Temperatur des umgebenden Mittels ins Gleichgewicht zu ſetzen, und die Waſſertheile ihren Hang ſich untereinander oder mit den umgebenden Körpern, zu welchen ſie Verwandtſchaft beſitzen, zu vereinigen. Daher rühret die Zerſetzung des Waſſerdampfes, wenn man ihn fortdauernd einer kältern Temperatur ausſezt, als diejenige war, wobey er ſich bildete.

Ein Theil der Wärme des Dampfes, nämlich die in den Zwiſchenräumen enthaltene, entweicht in das umgebende Mittel und die Waſſertheilchen nähern und vereinigen ſich zum Theil durch ihre Anziehkraft; hierdurch wird neues Feuer frey, welches wieder entweicht und eine wiederholte Zerſetzung des Dampfes veranlaſſet, die ſo lange dauert, bis die Temperatur des Dampfes zur Temperatur des umgebenden Mittels kommt. Eine andere Urſache der Zerſetzung des Waſſerdampfes bey unveränderlicher Temperatur liegt in dem Hang der Waſſertheilchen ſich zu vereinigen, ſobald ihre Entfernung im Dampf eine gewiſſe Gränze überſchritten hat. Daher kann der Waſſerdampf in verſchloſſenen Gefäßen ſowohl durch eine äuſſere mechaniſche Gewalt als durch innere Verdichtung ſeiner Theilchen völlig zerſtöhret werden, wobey die Wärme die Gefäße durchſtreicht, und das Waſſer als tropfbar flüſſiger Körper zurückbleibt. Das Minimum der Entfernung der Waſſertheilchen im Dampf, oder das Maximum der Verdichtung des Dampfes, bevor eine Zerſetzung erfolgt, iſt eine veränderliche Größe, und nimmt mit der Temperatur ab und zu.

Eine dritte Urſache, welche jedoch nur eine partielle Zerſetzung des Waſſerdampfes bewirken kann, iſt die im Dampf noch fortdauernde Verwandtſchaft der Waſſertheilchen zu den umgebenden Körpern, wodurch dieſe dem Dampf einen Theil ſeines Waſſers entziehen; weil aber eben dadurch ihre Ziehkraft gegen das noch übrige Waſſer

des Dampfes vermindert, und zugleich die Temperatur des Dampfes durch die freywerdende Wärme erhöht wird, ſo kommen beide Kräfte, die Verwandtſchaft der umgebenden Körper und der Wärme gegen das Waſſer des Dampfes bald mit einander ins Gleichgewicht, ſo lange ſich die Temperatur nicht ändert. Auf der zuletzt genannten Urſache der Zerſetzung der Waſſerdämpfen beruht die ganze Claſſe der hygrometriſchen Erſcheinungen, welche ich hier übergehe, da ſie nicht zunächſt für den Zweck dieſer Abhandlung gehören. De Luc gründete ſeine hier kurz erwähnte Theorie der Waſſerdämpfe theils auf ſchon bekannte Thatſachen, theils auf Beobachtungen und Erfahrungen, welche zum Theil von ihm, zum Theil von Sauſſüre und Watt angeſtellt worden ſind. Des Letztern treffliche an den in England befindlichen Dampfmaſchinen im Großen angeſtellten Erfahrungen ſind bis jetzt nur unvollſtändig bekannt geworden. Vielleicht iſt dies eine der Haupturſachen, warum man bisher die delucciſche Theorie der Dämpfe ſo ſehr beſtritten hat, und zum Theil bis auf dieſe Stunde beſtreitet.

Es war ſchon längſt mein Vorſatz, den Inbegriff der Thatſachen, worauf ſich dieſe Lehre ſtützt, ſo weit es mein Apparat von Werkzeugen erlaubt, zu wiederholen, um dadurch entweder die gegen dieſe Lehre gemachten Zweifel zu widerlegen, oder, wenn ſie gegründet ſeyn ſollten, die Theorie durch unmittelbare Thatſachen zu berichtigen. Andere Beſchäfftigungen und Hinderniſſe hielten mich bisher immer von der Ausführung dieſes Vorhabens zurück. Indeſſen erlangte de Lucs Theorie von den Dämpfen durch Betancourts vortreffliche Verſuche (Betancourt Mémoire ſur la force expanſive de la vapeur de l'eau et de l'eſprit de vin, lû à l'Academie R. des ſciences à Paris 1790.) über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe bey verſchiedenen Graden der

Tem-

Temperatur von der Eiskälte bis zum 110ten Grad der 80theiligen Scale des Queckſilberthermometers eine neue und evidente Beſtätigung. Da ſich der gröſte Theil dieſes Aufſatzes mit der Wiederholung der Betancourtiſchen Verſuche beſchäftiget, und meine Reſultate nicht ganz mit denen von Betancourt übereinkommen, ſo ſey es mir erlaubt, die leztern nebſt dem von Betancourt dabey beobachteten Verfahren kürzlich hier anzuzeigen.

Sein Apparat beſtand aus einem verſchloſſenen 12 Zoll hohen kupfernen Topf A, (fig. 1. T. I.), deſſen Deckel mit Schlagloth ausgelöthet war. In der obern Fläche des Deckels befanden ſich drey Oeffnungen, welche durch Schrauben wieder verſchloſſen werden konnten. Die eine a diente dazu, Waſſer in den Topf zu bringen, durch die Schraube der andern gieng ein Queckſilberthermometer, deſſen Scale ſich auſſerhalb des Topfes befand, und durch die dritte c ein heberförmiges Barometer, deſſen langer oben verſchloſſener Schenkel 110 Zoll betrug. Zwiſchen den beiden Schenkeln des Barometers gleitete eine bewegliche Scale auf und ab, deren Anfangspunkt bey jeder Beobachtung auf das veränderliche Niveau des Queckſilbers in beiden Schenkeln geſtellt wurde. Zur Seite gieng überdies eine gekrümmte mit einem Hahnen verſehene bleierne Röhre d aus dem Topf, welche mit einer Luftpumpe in Verbindung gebracht, zur Evacuirung des Topfes diente. Betancourt ſtellte mit dieſem Apparat vier Reihen von Verſuchen über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe an.

Bey der erſten Reihe wurde der Topf bis auf $\frac{1}{20}$, in der zweyten bis auf $\frac{1}{4}$, in der dritten bis auf $\frac{1}{2}$, und in der vierten bis zu $\frac{3}{4}$ mit deſtillirtem Waſſer angefüllt. Hierauf wurde die über dem Waſſer befindliche Luft vermittelſt der Luftpumpe ſo gut wie möglich, weggeſchaft, und der Stand des Barometers, in dem der ganze Apparat

parat durch ein Gemiſch von Schnee und Salz zur Temperatur der Eiskälte gebracht wurde, beobachtet. Wenn unter dieſen Umſtänden das Queckſilber im Barometer noch einige Linien über dem Niveau ſtand, ſo wurde dies dem Druck der noch im Topf zurückgebliebenen Luft zugeſchrieben, und die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe bey der Temperatur der Eiskälte als eine nicht meßbare Größe = 0 geſetzt. Nach dieſen Vorbereitungen wurde der Topf über eine Glutpfanne voll glühender Kohlen gebracht, ſehr langſam erwärmt, und der Stand des Thermometers von Grad zu Grad nebſt den zugehörigen Höhen des Queckſilbers im Barometer beobachtet. Dieſe Höhen gaben, nach Abzug des vorhin erwähnten von der zurückgebliebenen Luft herrührenden Drucks, die Expanſivkraft des eingeſchloſſenen Waſſerdampfes bey jedem Grad der Temperatur von 0° bis 110°. Die Reſultate der vier angezeigten Reihen von Verſuchen fielen etwas verſchieden aus. Betancourt ſchreibt dies blos dem Umſtand zu, daß in den drey erſten Reihen die Kugel des Thermometers nicht ſo tief unter Waſſer getaucht war, als in der leztern, und daher der Gang dieſes Werkzeuges der mit der zunehmenden Wärme wachſenden Expanſivkraft des Dampfes in den drey erſten Reihen von Verſuchen nicht ſchnell genug habe folgen können. Daher hält er die Reſultate der letzten Reihe, welche die Expanſivkraft des Waſſerdampfes bey gleichen Temperaturen etwas kleiner giebt als die erſtern Reihen, für die richtigſten. Die Folge wird zeigen, daß ſich Betancourt hierin geirret habe. Ich ſetze einen Auszug der vier von ihm angeſtellten Reihen von Beobachtungen von 5 — 5 Graden der Wärme zur Vergleichung der von mir angeſtellten, unten folgengenden Verſuche hierher.

Erſte Tafel.

Grade der Wärme	Expanſivkraft der Waſſerdämpfe in Hunderttheilen von Queckſilberzollen.			
nach dem 80theil. Queckſilber-therm.	$\frac{1}{10}$ Waſſer I	$\frac{1}{4}$ Waſſer im II	$\frac{1}{2}$ Waſſer Keſſel III	$\frac{3}{4}$ Waſſer IV
0	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
5	0, 09	0, 10	0, 05	0, 02
10	0, 15	0, 27	0. 17	0, 15
15	0, 28	0, 45	0, 35	0, 35
20	0, 47	0, 75	0, 62	0, 65
25	0, 82	1, 00	1, 00	1, 05
30	1, 25	1, 52	1, 50	1, 52
35	1, 85	2, 12	2, 15	2, 15
40	2, 70	2, 97	2, 90	2, 92
45	3, 75	4, 10	4, 00	3, 95
50	5, 75	5, 60	5, 50	5, 35
55	8. 30	7, 80	7, 55	7. 32
60	11, 40	10, 35	10, 10	9, 95
65	15, 30	13, 70	13, 25	13 20
70	19, 50	17, 50	17, 50	16, 90
75	24, 80	22, 80	22, 35	21, 75
80	31, 40	29. 00	28, 60	28, 00
85	39, 90	37, 70	37, 00	36, 45
90	49, 70	47, 80	47, 20	46, 40
95	61, 20	59, 20	58, 20	57, 80
100	75, 00	73, 00	72, 40	71, 80
105	89, 00	85, 80	84, 90	86, 80
120	120, 50	99, 00	98, 00	98, 00

Die Zahlen der Columne IV trug **Betancourt** als rechtwinklichte Coordinaten auf eine in gleiche Theile getheilte Abſciſſenlinie, und legte durch die Endpuncte der Ordinaten eine krumme Linie, welche zwar eine regelmäßige Krümmung erhielt, aber weder mit einem der Kegelsſchnittte noch der logarithmiſchen Linie zuſammentreffen wollte. Nach mehrern vergeblichen Verſuchen eine Gleichung für die krumme Linie zu finden, wandte **Betancourt** eine von **Prony** entdeckte Näherungsmethode an, um das Geſetz zwiſchen den veränderlichen Graden der Wärme und der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe zu beſtimmen. Der allgemeinen Ausdruck dieſer Näherungsmethode ſind Glieder der folgenden Reihe $y = e^{\mu + \lambda x}$

$$e^{\mu' + \lambda' x} \quad e^{\rho + \lambda'' x} \quad e^{\rho' + \lambda'' x} - - -$$

wo das Geſetz zwiſchen den veränderlichen Größen x und y durch die unbeſtimmten Exponenten μ, λ, μ' λ' u. ſ. w. gegeben iſt, e iſt $= 10$ oder die Baſis des gemeinen logarithmiſchen Syſtems. Die unbeſtimmten Exponenten μ, λ u. ſ. w. müſſen aus den beobachteten zuſammengehörigen Werthen von x und y hergeleitet werden, und es erhellet, daß man ſo viele Beobachtungen nehmen muß, als Größen beſtimmt werden ſollen, weil jede Beobachtung eine Gleichung giebt. So würden die unbekannten Exponenten von zwey Gliedern der Reihe vier Beobachtungen, von vier Gliedern der Reihe acht Beobachtungen und ſo weiter erfordern. Läßt man nun y die Expanſivkraft des Waſſerdampfes in Zollen des Barometers ausgedruckt, x den Grad der Wärme des achtzigtheiligen Queckſilber Thermometers bedeuten, ſo reichen zwey Glieder der Reihe

$$y = 10^{\mu + \lambda x} - 10^{\mu' + \lambda' x} - 10^{\rho + \lambda'' x} + 10^{\rho' + \lambda''' x}$$

hin, die Werthe von y von $0° - 80°$, vier Glieder von

von 80° — 110° zu berechnen, wenn man für die unbeſtimmten Exponenten folgende Zahlen ſchreibt.

μ =	0,068831	ϱ' =	— 3,9376
λ =	0,019438	λ'' =	— 0,058622
λ' =	0,013490	λ''' =	0,049220
ϱ =	— 4,689760		

Die Werthe von μ, μ' ſind einander gleich, wie leicht daraus erhellet, weil für $x=0$, wo y durch die beiden erſten Glieder ausgedrückt wird, $y=0$ ſeyn ſoll, folglich $10^{\mu} = 10^{\mu'}$ d. i. $\mu = \mu'$.) Die nach dieſer Methode berechneten Werthe von y für x von 5 — 5 Graden ſind folgende.

x		y	x		y
0	—	0,0000	55	—	7,2798
5	—	0,1038	60	—	9,6280
10	—	0,2304	65	—	12,6687
15	—	0,4258	70	—	16,577
20	—	0,6872	75	—	21,587
25	—	1,0402	80	—	28,006
30	—	1,5919	85	—	35,984
35	—	2,1374	90	—	45,870
40	—	2,9711	95	—	75,801
55	—	4,0399	100	—	71,552
50	—	5,4453	105	—	85,992
			110	—	98,356

Dieſe Werthe von y ſtimmen mit den durch Beobachtung gefundnen unter der Columnen IV allerdings ſehr gut überein, und beweiſen, daß die Pronyſche Näherungsmethode, ſo weit Betancourts Verſuche reichen, denſelben ſehr gut angepaſſet werden kann. Indeſſen darf man den durch vier Glieder der Reihe gegebenen Ausdruck für y ſchlechterdings nicht jenſeits der Gränzen

der Beobachtungen ausdehnen wollen, wie leicht daraus erhellet, weil dieſer Ausdruck für $x = 115$ $y = 99{,}92$
$x = 120$ $y = -8{,}66$
im letztern Fall ſchon einen verneinten Werth von y giebt, welches offenbar ungereimt iſt, weil die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe mit der Temperatur immer zunehmen muß. Man ſehe hierüber Voigts Prüfung der Pronyſchen Formel in Grens n. Journ. 1 B. S. 33. Ich bemerke nur, daß nach der daſelbſt mitgetheilten Tafel y zuerſt für $x = 125$ einen verneinten Werth erhält, weil die Werthe der Exponenten μ λ u ſ w. nach Hrn Langsdorf etwas von den oben aus Betancourts Schrift mitgetheilten abweichen.

Soll alſo die Pronyſche Näherungsmethode die Expanſivkraft des Waſſerdampfes auch über 110° Wärme ausdrücken, ſo muß man mehr als vier Glieder der Reihe, etwa 6, 8 und ſo weiter, in Rechnung bringen. Dadurch würde aber der Gebrauch der Formel, welcher bey vier Gliedern ſchon nicht ſehr bequem iſt, immer unbequemer werden, und, was das Schlimſte iſt, da in der gefundnen Reihe poſitive und negative Glieder mit einander abwechſeln, d. i die Fehler der vorhergehenden Glieder, durch die nachfolgenden Glieder verbeſſert werden, ſo wird man ſelbſt durch Fortſetzung der Reihe vermittelſt erweiterter Beobachtungen das allgemeine Geſetz zwiſchen der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe und der Temperatur (wenn wirklich eines ſtatt hat) nicht finden. *)

Wenn

*) Nachdem ich die Abhandlung beynahe vollendet hatte, erhielt ich den zweyten Theil von Pronys vortreflicher nouvelle Architecture Hydraulique. Ich erſehe hieraus, daß dieſer gelehrte Mathematiker ſeine Formel für die Expanſivkraft des Waſſerdampfes nach den Betancourtiſchen Verſuchen auf drey Glieder mit veränderlichen Exponenten von nachſtehender Form gebracht hat,

z =

Wenn man auf die phyſiſche Urſache der Entſtehung der Waſſerdämpfe, ſo wie der Dämpfe überhaupt zurückgeht, ſo erhellet, daß bey der Bildung eines jeden Dampfes (den Druck der Luft auf die Oberfläche des verdampfenden Körpers ganz bey Seite geſetzt) zwey Kräfte ſich einander entgegen wirken, die anziehende Kraft der Theilchen des verdampfenden Körpers, und die expandirende Kraft der Wärme. Die leztere Kraft ſteht wieder im zuſammengeſetzten Verhältniß der ſtoßenden Kraft der ſich frei

$$z = \mu_{,}\, y_{,}^{x} + \mu_{,,}\, y_{,,}^{x} + \mu_{,,,}\, y_{,,,}^{x}$$

wo z die Expanſivkraft, x den Grad des reaum. Thermometers,

$\mu' = -\ 0,\ 00000072460407$

$\mu_{,,} = +\ 0,\ 8648188303$

$\mu_{,,,} = -\ 0,\ 8648181057$

$y_{,} = 1,\ 142805$

$y_{,,} = 1,\ 047773$

$y_{,,,} = 028189$ bedeuten

Dieſe Formel drückt die Betancourtiſchen Verſuche faſt noch genauer aus, als die oben angegebene.

Es iſt Schade, daß Prony gar keinen Zweifel in die Richtigkeit der Betancourtiſchen Verſuche ſetzte, und nur auf die Darſtellung einer Näherungsformel bedacht war. Er ſuchte auf einem weitläuftigern Weg, was er auf einem viel kürzern hätte finden können. Prony hat in dem vor mir liegenden Aufſatz, welcher Sur les lois de la dilatabilité des fluides elaſtiques et ſur celles de la force expanſive, dans le vuide, de la vapeur de l'eau, et de la vapeur de l'alkool à differentes temperatures überſchrieben und auch in dem Journal polytechnique abgedruckt iſt, ſeine Näherungsmethode umſtändlich auseinander geſetzt, und ſie zugleich auf die von Prieur angeſtellten Verſuche über die Ausdehnbarkeit der Gasarten angewendet. Aber auch dieſe Verſuche bedürfen nach meiner Ueberzeugung, einer großen Berichtigung, wie ich in dem andern Theil meiner Abhandlung zeigen werde.

frei bewegenden Wärmetheilchen, und der Verwandſchaft dieſer Theilchen zu den Theilen des verdampfenden Körpers. Hieraus wird begreiflich, warum verſchiedne Körper bey einer und derſelben Temperatur Dämpfe von ſehr verſchiedner Expanſivkraft bilden, und warum Weingeiſt bey gleichem Druck der Luft, gleicher Temperatur und übrigens gleichen Umſtänden viel leichter verdampft, als Waſſer. Denken wir uns einen Körper, der durch die Wärme bereits in Dampfgeſtalt übergegangen iſt, ſo wirken die beiden vorhin genannten Kräfte noch immer einander entgegen, nur daß die expandirende Kraft der Wärme jetzt das Uebergewicht über die Anziehkraft der im Dampf aufgelöſeten Theilchen (die man ſich als blos träge denken kann) hat. Nähern ſich die Kräfte dem Gleichgewicht, ſo iſt der Dampf im Begriff, ſich ganz zu zerſetzen, entfernen ſie ſich hingegen durch die Zunahme der erſtern Kraft immer mehr von dem Gleichgewicht, ſo wächſet eben dadurch die Expanſivkraft des Dampfes. Das Wachsthum der Expanſivkraft des Dampfes muß gegen die Zunahmen der Wärme einen progreſſiven Gang äuſſern, weil die Anziehkraft der blos trägen Theilchen des Dampfes mit ihrer Entfernung (oder bey gleicher Entfernung, durch die häufigere Dazwiſchenkunft der Wärmetheilchen) abnimmt, und zugleich die Stoßkraft der Wärme mit der Erhöhung der Temperatur zunimmt. Es wirken daher bey zunehmender Wärme zwey Kräfte zugleich auf die Vermehrung der Expanſivkraft des Dampfes, welche daher nothwendig bey gleichen Zunahmen der Wärme einen beſchleunigten Gang annehmen muß, und dieſer beſchleunigte Gang wird ſo lange dauren, bis die Anziehkraft der trägen Theilchen des Dampfes gegen die Stoßkraft der Wärme als unendlich klein anzuſehen iſt, welches wahrſcheinlich erſt bey ſehr hohen Graden der Wärme, vielleicht erſt bey der Glühehitze ſtatt finden mag. Die bisher betrachtete Vermehrung der Expanſiv-

kraft

kraft des Dampfes, gründet ſich auf die Vorſtellung, daß eine gewiſſe Menge bereits gebildeten Dampfes in einem verſchloſſenen Raum einer immer zunehmenden Wärme ausgeſetzt werde.

Hier kommt weder Dampf hinzu noch davon, oder mit andern Worten, die Dichte des Dampfes, welche blos von der Menge ſeiner trägen Theilchen herrühret, bleibt umgeändert. Die durch die Temperaturerhöhung vermehrte Expanſivkraft des Dampfes, iſt alſo unter dieſen Umſtänden blos eine Vermehrung der ſpecifiſchen Elaſtizität, wie man es auszudrucken pflegt. Wird hingegen, wie im papinianiſchen Topf, der verdampfende Körper zugleich mit dem ſchon gebildeten Dampf einer immer ſteigenden Temperatur ausgeſetzt, ſo iſt es wenigſtens denkbar, daß die Zunahme der Expanſivkraft des Dampfes zum Theil durch die Vermehrung ſeiner Dichte bewirkt werde. Dieſe Urſach der vermehrten Expanſivkraft des Dampfes, würde ſich zu der vorhin betrachteten, etwa wie Vermehrung der bewegten Maſſe zur Vermehrung der Geſchwindigkeit verhalten. Ob, und wie viel? von der mit der Temperatur beſchleunigt wachſenden Expanſivkraft des Waſſerdampfes im papinianiſchen Topf auf die Rechnung der vermehrten Dichte des Waſſerdampfes zu ſchreiben ſey, muß durch Verſuche ausgemacht werden. Ich ſchmeichle mir, durch die nachfolgende Thatſachen hierüber Aufſchlüſſe gegeben zu haben. Durch die vorſtehende Betrachtung wurde ich, ſelbſt ehe ich Betancourts Verſuche genau kannte, auf die Vermuthung geleitet, daß ſich die Zunahmen der Expanſivkraft des eingeſchloſſenen Waſſerdampfes wie irgend eine Potenz des Wärmegrades verhalten möchten, und ſobald ich jene intereſſanten Verſuche aus der Recenſion der göttinger gelehrten Anzeigen zuerſt kennen lernte, beſchloß ich ſie zu wiederhohlen. An Betancourts Apparat,

parat, ſchien mir die gekrümmte Röhre, welche blos zur Evucuation des Topfes, durch die Luftpumpe diente, überflüſſig zu ſeyn, weil ich aus Erfahrung wußte, daß man mit gehöriger Vorſicht, durch die Dämpfe des kochenden Waſſers, ſelbſt eine noch vollkommnere Leere, als durch die Luftpumpe erhalten könne. Statt des heberförmig gekrümmten Barometers, wählte ich eine grade, an beiden Enden offne Röhre, die unten in einer weitern eiſernen Büchſe ſtand, und zwar aus folgenden Gründen. Der kurze Schenkel des heberförmigen Barometers am Betancourtiſchen Apparat muß wenigſtens halb ſo groß, als die ganze Höhe des langen Schenkels ſeyn, dieß entfernt den obern, wagrechten Theil ef fig. 1. des gekrümmten Barometers bey einer Höhe von 110 Zahlen, für den langen Schenkel gh ſchon ſehr beträchtlich, von dem Topf und der Quelle des Feuers. Es müſſen daher die durch die Röhre cef fig. 1. ſtreichenden Dämpfe ſich, bis ſie an die Oberfläche des Queckſilbers im Schenkel fg gelangen, nothwendig erkälten und zum Theil zerſetzen. Mit einem Wort, es entſteht eine Deſtillation des Waſſers aus dem Topf in den leeren Raum der Röhre efg über dem Niveau des Queckſilbers, hierdurch füllt ſich der Schenkel fg nach und nach mit Waſſer, und man hat die Unbequemlichkeit, daß man nicht blos die Höhe des Queckſilbers in dem langen Schenkel über das Niveau des kürzern, ſondern auch die veränderliche Höhe der Waſſerſäule im kürzern Schenkel beobachten, und ihren Druck zu dem Queckſilberdruck addiren muß. Dieſe Unbequemlichkeit würde indeſſen wenig zu ſagen haben, wenn damit nicht eine Erſcheinung verknüpft wäre, welche Unrichtigkeiten in dem Reſultat der Verſuche ſelbſt erzeugt.

Ich bitte daher, meine Leſer, dieſen Umſtand nicht zu überſehen, weil, wie ich glaube, hierin gröſztentheils

die

die Urſache des Unterſchiedes zwiſchen Betancourt's und meinen Beobachtungen liegt. Es müſſen ſich nämlich die Dämpfe, indem ſie die Röhre eef durchſtrichen, ſchon vor ihrer Zerſetzung beträchtlich abkühlen, und dadurch von ihrer Expanſivkraft verlieren. Um dieſen Fehler zu vermeiden, oder wenigſtens ſo viel möglich zu vermindern, brachte ich das Gefäß des Barometers ſo nahe wie möglich bey dem Topf an. Fig. 2. ſtellt meinen Apparat, die lange Barometerröhre ausgenommen, in der halben natürlichen Größe dar. A, der Topf von gegoſſenem Metall, hat bey b eine größere, bey a eine kleinere Oeffnung, auf die erſte iſt eine mit einem Hahn verſehene metallene Röhre bc geſchraubt, die andere a dienet dazu, ein feines Queckſilberthermometer in den Topf zu bringen, deſſen Scale auf ſeine Röhre mit Flußſpathſäure geätzt iſt, und vom Eispunkt bis zum ſiedenden Queckſilber geht. Auf das obere Ende der Röhre bc ſchraubt ſich eine eiſerne cylindriſche Büchſe dd, ſo daß die obere Oeffnung der Röhre bc, beynahe wider den Deckel der Büchſe zuſtehen kommt. Etwas zur Seite befindet ſich in dem Deckel der Büchſe eine Schraubenöfnung für die Barometerröhre. Die Barometerröhre ſowohl als die Thermometerröhre gehen durch Lederbüchſen, deren Einrichtung bekannt iſt, und aus der Figur erhellet. Von dem Gefäß dd aus, ging längſt der Barometerröhre ein hölzerner in pariſer Zolle und Zehntheile getheilter Maaßſtab in die Höhe, und diente der Röhre zur Befeſtigung. Das Verhältniß des Querſchnittes der Röhre gegen den Querſchnitt des Gefäßes, wurde durch vorläufige Unterſuchungen beſtimmt, um aus der jedesmahligen Höhe des Queckſilbers in der Röhre beurtheilen zu können, wie viel das Niveau des Queckſilbers in der Büchſe geſunken ſey. Ferner erhellet aus der Einrichtung meines Apparats, daß ich zu der beobachteten Höhe des Queckſilbers, in der Röhre ef, den jedesmahligen Barometer-

meterſtand addiren mußte, um den geſammten, auf die in dem Topf eingeſchloſſenen Waſſerdämpfe wirkenden Druck zu erhalten. Dieſe kleine Unbequemlichkeit wählte ich indeſſen lieber, weil ich durch die Einrichtung meines Apparats, den ſchon oben berührten Vortheil erhielt, daß die Büchſe d d, ſo viel wie thunlich, nahe bey dem Topf angebracht werden konnte. Ueberdieß ſuchte ich durch die Art, wie ich meine Verſuche anſtellte, das Zerſetzen der Dämpfe in der Büchſe möglichſt zu verhüten. Ich brachte ſo viel Waſſer in den Topf, daß es die Kugel des Thermometers zur Hälfte bedeckte, ſchraubte das Gefäß d d, mit der Röhre b c auf den Topf, und füllte das Gefäß voll Queckſilber. Hierauf ließ ich das Waſſer bey offenem Hahn eine geraume Zeit kochen, um ſo wohl die in den Zwiſchenräumchen des Waſſers, als die über demſelben in dem Topf, der Röhre b c, und dem Gefäß d d enthaltene Luft, durch die ſiedend-heißen Dämpfe wegzuſchaffen. Es füllet ſich nämlich durch dieſe Operation der noch über dem Queckſilber befindliche leere Raum, in der Büchſe nach und nach mit ſiedend-heißem Waſſer, und die Büchſe ſelbſt wird durch die übergehenden Dämpfe beträchtlich erwärmt. Sobald alle Luft, durch anhaltendes Kochen, aus dem innern Raum der Gefäße geſchaft iſt, und der Waſſerdampf recht unvermiſcht und rein, zwiſchen den Schraubengewinden, des mit der Barometerröhre verſehenen Stöpſels heraus führt, welches man aus ſeiner Durchſichtigkeit beurtheilen kann, wird der Hahn um die Oefnung e durch die Schraube feſt verſchloſſen. Hierauf laſſe ich den ganzen Apparat wieder erkalten, bis das Thermometer, welches durch die vorhergehende Operation, gewöhnlich einige Grade über 80 kommt, wieder einige Grade darunter ſteht, bringe alsdann aufs neue ein gelindes Kohlenfeuer unter den Topf, welches nach und nach durch Blaſen verſtärkt wird, und beobachte, indem ich den Hahn öffne, den corre-

correſpondirenden Gang des Queckſilbers im Thermometer und der Barometerröhre. Ich ſetze von mehreren Verſuchen zwey Reihen, welche ich für die richtigſten halte, hierher. Sie wurden im December 1796 bey einem Barometerſtand von 28 Zoll und einer Temperatur von — 8° angeſtellt. Die Angaben ſind nach dem Barometerſtand, und dem Niveau des Queckſilbers in der Büchſe verbeſſert.

Zweite Tafel.

Grade der Wärme.	Erſte Beobachtung	Zweite Beobachtung	Mittel
	Druck	Druck	Druck
80°	28, 00	28, 00	28, 00
81	—	—	—
82	31, 05	—	31, 05
83	32, 56	—	32, 56
84	—	33, 98	33, 98
85	35, 39	35, 39	35, 39
86	36, 91	36, 91	36, 91
87	38, 42	38, 42	38, 42
88	40, 54	39, 94	40, 24
89	42, 16	41, 55	41, 86
90	44, 18	43, 37	43, 77
91	46, 00	45, 79	45, 89
92	48, 22	47, 82	84, 02
93	50, 24	49, 83	50, 03
94	51, 96	51, 73	51, 84
95	54, 08	54, 28	54, 18
96	56, 60	56, 81	56, 71
97	59, 13	59, 23	59, 18
98	61, 75	61, 75	61, 75
99	64, 38	64, 18	64, 28
100	67, 00	67, 00	67, 00

Grade der Wärme	Erſte Beobachtung	Zweite Beobachtung	Mittel
	Druck	Druck	Druck
101°	69, 53	69, 53	69, 53
102	72, 76	72, 16	72, 46
103	75, 29	75, 29	75, 29
104	78, 32	78, 12	78, 22
105	80, 95	80, 95	80, 95
106	84, 99	84, 99	84, 99
107	88, 32	88, 12	88, 22
108	92, 06	92, 06	92, 06
109	96, 20	96, 20	96, 20
110	100, 15	101, 30	100, 72
111	103, 65	105, 06	104, 35
*) 112	—	109, 18	109, 18
*) 113	—	113, 10	113, 10
*) 114	—	117, 12	117, 12

Dieſe Verſuche, verglichen mit den Betancourtiſchen, geben die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe gegen die Betancourtiſchen von 80 bis zu 108° durchgehends zu klein an. Ich bin aber dem ungeachtet überzeugt, daß meine Angaben die richtigſten ſind, und dieß aus folgenden Gründen. Sobald die Temperatur im Topf gegen 90° kommt, ſo wächſet die Expanſivkraft des Dampfes ſo ſchnell, daß der langſamere Gang des Thermometers zurückbleibt. Man kann zwar dieſen Fehler dadurch vermindern, daß man das Feuer unter dem Topf ſehr gelinde und allmählig wirken läſſet. Oft hat man aber das nicht ſo in ſeiner Gewalt, und dazu kommt noch, daß ein ſolcher Verſuch nicht allzulange dauern darf, weil man ſonſt immer befürchten muß, daß die vereinte Wirkung der Hitze und der Expanſivkraft der Dämpfe die zur Verſchlieſſung zwiſchen den Schrauben ange-

ange-

Digitized by Google

angebrachten Leder endlich auflöſe und verbrenne, wodurch der eingeſchloſſene Dampf mit Heftigkeit entweicht.

Wenigſtens iſt das die Urſache, warum ich meine Verſuche, aller angewendeten Mühe ungeachtet, nicht über 114° hinauf ausdehnen konnte, und wahrſcheinlich war es dieſelbe, welche Betancourt verhinderte, die ſeinigen über 110 fortzuſetzen. Die drey letzten mit (*) bezeichneten Beobachtungen, gehören zu einem dritten Verſuch, den ich beſonders in der Abſicht anſtellte, um die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe für Grade der Wärme über 110° zu beſtimmen. Um das Verbrennen der Leder, durch eine zu lange Dauer des Verſuchs zu verhindern, erhitzte ich anfangs, ſo lange das Thermometer durch die Grade ſtieg, welche ich ſchon mehrmals beobachtet hatte, ſchnell, und ließ nur gegen den 110ten Grad hin das Feuer langſamer wirken. Dem ungeachtet konnte ich die Beobachtungen nicht über 214° fortſetzen, denn in dem Augenblick, als die letzte Beobachtung angeſtellt wurde, öffnete ſich das Queckſilber zwiſchen der untern Schraube und dem durch die Hitze zuſammen gedörrten Leder mit Gewalt einen Weg, und ſprang wie eine Fontaine heraus, ungeachtet vorher alles vollkommen ſchloß.

Vom 91ten Grad des Thermometers an, beobachtete ich die Stände des Queckſilbers in der Barometer-Röhre, ungeachtet ſie ſich hier ſo ſchnell veränderten, daß man ihnen kaum folgen konnte. Ich ſetze ſie zur Rechtfertigung meiner obigen Behauptung her, und die Betancourtiſchen daneben.

Dritte Tafel.

	meine Beobachtungen.	Betancourt.
91°	49, 20	48, 40
92′	50, 40	50, 50
93	52, 70	53, 00
94	55, 11	55, 30
95	57, 21	57, 80
96	59, 84	60, 50
97	62, 16	63, 40
98	64, 96	66, 20
99	66, 37	69, 00
100	69, 89	71, 80
101	73, 10	75, 00
102	75, 71	78, 20
103	77, 73	87, 00
104	80, 34	84, 00
105	84, 06	86, 80
106	86, 37	89, 00
107	89, 69	91, 30
108°	94, 50	93, 50
109°	96, 60	95, 60
110°	101, 74	98, 00

Aus der Vergleichung dieſer Tafel mit der vorhin mitgetheilten erhellet, daß meine leztere Verſuche da, wo die Veränderungen der Temperatur ſehr ſchnell erfolgten, mit den Betancourtiſchen Beobachtungen näher übereinſtimmen, und ſich hingegen immer mehr von ihnen entfernen, und meinen erſten Verſuchen, die ich für die richtigern anerkenne, nähern, da wo das Thermometer anfieng langſam zu ſteigen, und ich willens war, meine eigentlich gültigen Beobachtungen anzufangen.

Um den Leſer noch beſſer in den Stand zu ſetzen, die Genauigkeit, welche man überhaupt von dieſen Beobachtungen

tungen

tungen fordern darf, zu beurtheilen, ſo ſetze ich meine früheſten Verſuche her, die ich ſchon vor zwey Jahren anſtellte, da ich Betancourts Schrift noch nicht geleſen hatte, ſondern ſie blos aus Recenſionen kannte. Ich b obachtete damals die Zunahmen der Expanſivkraft des Waſſerdampfes nicht von Grad zu Grad des Thermometers, ſondern ich hatte mir längſt der Barometerröhre Zeichen von 7 — 7 Zoll pariſer Maaß bemerkt, und beobachtete jedesmal den Stand des Thermometers, wenn das Queckſilber in der Barometerröhre an die Zeichen kam. Der Druck der Luft betrug zur Zeit der Beobachtung genau 28 Zoll. Die folgende Tafel enthält die Reſultate zweyer nach einander folgenden Verſuche.

Vierte Tafel.

Druck der Dämpfe.		Grade der Wärme nach zwey auf einander folgenden Beobachtungen.		
28 Zoll	—	80°	.	80°
35	—	$84\frac{3}{4}$	.	84°
42	—	89	.	$88\frac{1}{2}$
49	—	$92\frac{1}{2}$	.	$92\frac{3}{4}$
56	—	96	.	$96\frac{1}{8}$
63	—	99	.	99
70	—	102	.	$101\frac{1}{2}$
77	—	$104\frac{1}{18}$	.	$104\frac{3}{4}$
84	—	106	.	$106\frac{1}{2}$
91	—	$108\frac{1}{4}$	.	$108\frac{3}{4}$.

Der mittlere Unterſchied der beobachteten Thermometerſtände in beiden Verſuchen beträgt ungefähr $\frac{6}{18}$ eines Grades, und ich zweifele aus den ſchon oben angegebenen Gründen, ob man bey aller angewendeten Sorgfalt bey dieſen Verſuchen eine über einen viertheil Grad des Thermometers ſich erſtreckende Genauigkeit werde er-

 halten

halten können. Dieſes wollte ich im voraus bemerken, damit der Leſer bey Vergleichung des von mir entdeckten Geſetzes über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe keine größere Uebereinſtimmung erwarte, als die Natur der Sache erlaubt.

Es gieng mir, da ich für meine in der zweyten Tafel mitgetheilte Beobachtung ein allgemeines Geſetz ſuchte, anfänglich wie Betancourt, das iſt, ich ſuchte vergeblich. Indeſſen konnte ich mich doch von der Idee, daß irgend eine Potenz des Wärmegrades die Expanſivkraft des Waſſerdampfes ausdrucken möchte, nicht losmachen. Ich dachte aber nicht gleich an eine Potenz mit einem veränderlichen Exponenten. Indeſſen leitete mich doch dieſe Vorſtellung auf den richtigen Weg. Da ich nämlich die Exponenten der Potenzen des Wärmegrades aus mehreren Beobachtungen ſuchte, welche die Expanſivkraft des Waſſerdampfes in Hunderttheilen von Zollen ausdruckte, ſo fand ich für

die Wärmegrade			die Exponenten
80	—	—	1,8113
90	—	—	1,8632
100	—	—	1,9129
110	—	—	1,9609

aus den mittlern Werthen der beiden Beobachtungen der zweyten Tafel. Hier fiel mir ſogleich der beſtändige Unterſchied von 0,05 in die Augen, wenn ich die Tauſendtheile auſſer Acht ließ. Ich ſetzte mich nieder und berechnete (unter der Vorausſetzung, daß, wenn der Wärmegrad des 80theiligen Queckſilberthermometers $= t$, die unbeſtimmte Potenz deſſelben t^m, die Expanſivkraft des Waſſerdampfs $= e$ heißt, $e = t^m$ ſey, wenn man für $t = 80°$, $m = 1,8113$ ſetzt und m für jeden Grad der Wärme um 0,005 wachſen und abnehmen läſſet) die Expanſivkraft des Waſſerdampfes für die in der zweyten

Tafel

Tafel angeführten Beobachtungen bis zu 111 Grad. Da ich die berechneten Werthe mit den beobachteten, ſo weit die Schärfe der Beobachtungen reicht, übereinſtimmend fand, ſo erweiterte ich die Tafel der berechneten Werthe, und ſuchte ſie durch fernere Beobachtungen zu prüfen. Die nachſtehende Tafel enthält meine Berechnungen nebſt den zugehörigen Beobachtungen im Mittel genommen, und die Abweichungen der beobachteten von den berechneten Werthen. Von der Art wie ich die Beobachtungen unter 80° anſtellte, will ich gleich umſtändlich reden.

Fünfte Tafel.

Grade der Wärme.	Berechnete Expanſivkraft.	Beobachtete Expanſivkraft.	Unterſchiede.
0	0,	0,	
1	0, 01		
2	0 03		
3	0, 05		
4	0, 07		
5	0, 10	0, 11	+, 0, 01
6	0, 13	0, 15	+, 0, 02
7	0, 16		
8	0, 20		
9	0, 25		
10	0. 31	0, 28	+ 0, 03
11	0, 34		
12	0, 38	0, 38	0, 00
13	0, 44	0, 44	0, 00
14	0, 50		
15	0, 56	0, 55	+ 0, 01
16	0, 62	0, 61	+ 0, 01
17	0, 69		
18	0, 76	0, 76	0,00
19	0, 84		
20	0, 92	0, 90	+ 0, 02
21	1, 01		

Grade der Wärme.	Berechnete Expanſiv-kraft.	Beobachtete Expanſiv-kraft.	Unter-ſchiede.
22	1, 10	1, 01	+ 0, 10
23	1, 19		
24	1, 29		
25	1, 40	1, 30	+ 0, 10
26	1, 51		
27	1, 63	1, 42	+ 0, 21
28	1, 75		
29	1, 88		
30	2, 02	1, 93	+ 0, 09
31	2, 16		
32	2, 31		
33	2, 47	2, 23	+ 0, 24
34	2, 63		
35	2, 80	2, 68	+ 0, 12
36	2, 98		
37	3, 17		
38	3, 37		
39	3, 58		
40	3, 80	3, 64	+ 0, 16
41	4, 03		
42	4, 26		
43	4, 51		
44	4, 77		
45	5, 05	5, 14	— 0, 09
46	5, 33		
47	5, 63		
48	5, 94		
49	6, 27		
50	6, 61	6, 40	+ 0, 21
51	6, 97	6, 60	+ 0, 37
52	7, 34		
53	7, 70		
54	8, 14		
55	8, 57	8, 55	+ 0, 02
56	9, 00		
57	9, 42		
58	9, 95	10, 14	— 0, 19

Grade der Wärme.	Berechnete Expanſiv-kraft.	Beobachtete Expanſiv-kraft.	Unter-ſchiede.
59	10, 46	10, 42	+ 0, 04
60	10, 98	10, 98	0, 00
61	11, 54		
62	12, 10	12, 24	— 0, 14
63	12, 71		
64	13, 33		
65	13, 99	14, 07	+ 0, 06
66	14, 65		
67	15, 37		
68	16, 10		
69	16, 90		
70	17, 77	17, 92	— 0, 22
71	18, 63	18, 66	— 0, 03
72	19, 50	19, 71	— 0, 21
73	20, 41	20, 61	— 0, 20
74	21, 34	21, 80	— 0, 46
75	22, 34	22, 29	+ 0, 05
76	23, 35		
77	24, 45		
78	25, 56		
79	26, 75		
80	28, 00	28, 00	0, 0
81	29, 30		
82	30, 58	31, 05	+ 0, 47
83	31, 96	32, 56	— 0, 60
84	33, 38	33, 98	— 0, 60
85	34, 91	35, 39	— 0, 48
86	36, 47	36, 91	— 0, 44
87	38, 08	38, 42	— 0, 34
88	39, 77	40, 24	— 0, 47
89	41, 52	41, 86	— 0, 34
90	43, 50	43, 77	— 0, 27
91	45, 40	45, 89	— 0, 49
92	47, 38	48, 02	— 0, 64
93	49, 44	50, 03	— 0, 59
94	51, 57	51, 84	— 0, 27
95	53, 89	54, 18	— 0, 29

Digitized by Google

Grade der Wärme.	Berechnete Expanſivkraft.	Beobachtete Expanſivkraft.	Unterſchiede.
96	56, 18	56, 71	— 0, 53
97	58, 64	59, 18	— 0, 54
68	61, 12	61, 75	— 0, 63
99	63, 79	64, 28	— 0, 49
100	66, 47	67, 00	— 0, 53
101	69, 37	69, 53	— 0, 16
102	72, 27	72, 46	— 0, 19
103	75, 40	75, 29	+ 0, 11
104	78, 54	78, 22	+ 0. 32
105	81, 93	80, 95	+ 0, 98
106	85, 33	84, 99	+ 0, 34
107	89, 01	88, 22	+ 0. 79
108	92, 69	92, 06	+ 0, 63
109	96, 67	96, 20	+ 0, 47
110	100, 87	100, 72	+ 0, 15
111	105, 18	104, 35	+ 0, 83
112	109, 49	109, 18	+ 0, 31
113	114, 15	113, 10	+ 1, 05
114	118, 81	117, 12	+ 1, 69

Die negativen Unterſchiede zeigen zu große Beobachtungen, die poſitiven zu kleine gegen die durch Rechnung gefundenen Werthe. Nimmt man einige wenige der gefundenen Unterſchiede aus, ſo geben die meiſten noch keinen Viertheilgrad des Thermometers, d. i. ſie liegen innerhalb der Gränzen der Genauigkeit von den Beobachtungen, und müſſen auf die Rechnung der Fehler derſelben geſchrieben werden. Vom 70ſten Grad an aufwärts, ſind die Unterſchiede faſt alle negativ, weil, wie ſchon erwähnt, der Gang des Thermometers in den höhern Graden der Wärme gegen den Gang des Barometers zurückbleibt. Die beiden letzten Beobachtungen ſind merklich zu klein ausgefallen, weil hierbey der Apparat nicht mehr ſchloß.

Wenn

Wenn man meine berechneten Werthe der Expanſivkraft des Waſſerdampfes unter 70° mit den Betancourtiſchen in der erſten Tafel IV Columne, mit getheilten Beobachtungen vergleicht, ſo findet man die letztern immer zu klein, und der Unterſchied wächſet bis zu 5 Graden des Thermometers an. Dies machte mich, bevor ich eigene Beobachtungen über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe unter dem Siedpunkt angeſtellt hatte, gegen die Allgemeinheit meines aus höhern Graden der Wärme hergeleiteten Geſetzes mißtrauiſch. Indeſſen flößte mir die bereits oben angeführte Prüfung des Betancourtiſchen Apparats die Hoffnung ein, daß die beträchtlichen Unterſchiede blos von Fehlern der Beobachtungen herrühren möchten. Bey den niedern Graden der Temperatur iſt der verhältnißmäßige Gang zwiſchen dem Thermometer und Barometer gerade der umgekehrte von dem bey höhern Graden der Temperatur, das Barometer, deſſen Veränderungen immer kleiner werden, bleibt gegen das Thermometer zurück, weil die geringen Zunahmen des Drucks an der zwiſchen dem Queckſilber und Glaſe ſtattfindenden Reibung einen verhältnißmäßig größern Widerſtand finden. Kommt nun hierzu noch eine Urſache, welche die Temperatur des Dampfes, folglich auch ſeine Expanſivkraft immer mehr vermindert, wie die fortwährende Deſtillation des Waſſerdampfes in der heberförmigen Röhre des Betancourtiſchen Apparats, ſo iſt es kein Wunder, daß die Beobachtungen die Expanſivkraft des Waſſerdampfes zu klein geben. Das Waſſer, worin ſich die Kugel des Thermometers beym Betancourtiſchen Apparat befand, war bey den niedrigen Temperaturen immer um einige Grade wärmer, als der darüber befindliche Dampf. Erſt bey den höhern Temperaturen, wo durch des immer häufigere Uebergehen und Zerſetzen der Dämpfe die Röhre endlich größtentheils mit heißem Waſſer gefüllt, und zugleich durch die zerſetzten Dämpfe

ſtark

ſtark erhitzt wurde, fiel dieſer Fehler weg, und wurde endlich durch den immer beſchleunigtern Gang des Barometers ſelbſt in den entgegengeſetzten verwandelt.

Dieſe Betrachtung zeigte mir die Nothwendigkeit zur Unterſuchung der Expanſivkraft des Waſſerdampfes bey geringen Graden der Wärme einen Apparat zu gebrauchen, bey welchem alle Zerſetzung der ſchon gebildeten Dämpfe völlig vermieden, und in dem ganzen innern Raum eine durchaus gleichförmige Temperatur hervorgebracht werden könnte.

Hierzu fand ich ein von Ciarcy verfertigtes Dampfbarometer, (oder eigentlicher, Dampfelaſtizitätsmeſſer) vorzüglich geſchickt.

Fig. 3. bildet die weſentlichſten Theile dieſes Werkzeuges ab. a b c iſt eine gekrümmte oben zugeſchmolzene Glasröhre von der Höhe und Weite einer gewöhnlichen Barometerröhre An die Röhre iſt unten eine Kugel d angeblaſen, welche mit derſelben ein gewöhnliches Gefäßbarometer bildet, das auf die bekannte Weiſe mit Queckſilber gefüllt, und in dem obern Raum a b luftleer gemacht wird. Die Oeffnung e des Gefäßes kann durch einen wohl paſſenden Korkſtöpſel luftdicht verſchloſſen werden. Von der Seite des Gefäßes d über dem Niveau des Queckſilbers, führet eine rechtwinklicht gebogene Röhre nach einem zweyten Gefäß h, deſſen untere Oeffnung i ebenfalls durch einen Korkſtöpſel verſchloſſen wird. Durch dieſe Verſchließung iſt die in eine Spitze ausgezogene Oeffnung einer kleinen mit Waſſer gefüllten gläſernen Viole k geſteckt. Der Hals der Viole iſt, wie die Figur zeigt, gebogen, damit man das Waſſer in der Viole durch ein untergehaltnes kleines Kohlenbecken zum Sieden bringen kann, ohne den Korkſtopfen in der Oeffnung zu verletzen. Dieſes ſinnreichen Apparats von Herrn

Ciar=

Ciaron habe ich mich ſeit mehrern Jahren bedienet, um meinen Zuhörern in meinen Vorleſungen über die Experimentalnaturlehre die Art, wie man durch die Waſſerdämpfe einen luftleeren Raum hervorbringen könne, zu erläutern. Wenn man, indem man den Korkſtöpſel e ein wenig öffnet, das Waſſer in der Viole k nach und nach zum Sieden bringt, ſo zerſetzen ſich anfänglich die durch die Oeffnung der Viole blaſende Waſſerdämpfe ganz in dem Gfäß h, befeuchten zuerſt blos die Wände deſſelben durch einen Waſſerbeſchlag, welcher ſich immer weiter und endlich bis in das obere Gefäß d ausdehnet. Hierdurch wird der ganze innere Raum der Gefäße immer mehr erhitzt, und kommt endlich, wenn das Waſſer eine Zeitlang in der Viole k gekocht hat, ſelbſt auf die Temperatur der Siedhitze. In dieſem Augenblick hat ſich meiſtens der untere Theil des Gefäßes h ſchon bis über die Oeffnung der Viole mit deſtillirtem Waſſer angefüllt, und es iſt lehrreich zu bemerken, wie blos durch die Hitze der aus der Viole k überſtröhmenden Dämpfe das Waſſer in dem Gefäß h, auf welches das Feuer der Kohlen keineswegs unmittelbar würkt, in ſtetem Sieden erhalten wird. Verſchließet man in dieſem Augenblick die Oeffnung e, und bringt die Temperatur der Gefäße d, h, k nach und nach bis auf die Eiskälte, ſo ſinkt das Queckſilber in der Barometerröhre bis zu dem Niveau in dem Gefäß herab; zum Beweis, daß die Dämpfe alle in den Gefäßen enthaltene Luft vor ſich her hinausgetrieben, und ſich ſelbſt bey der Eiskälte wieder zerſetzt haben. Dieſer Verſuch, welchen ich mehrmals wiederholet habe, iſt mir nie mißlungen, wenn das in der Viole enthaltne Waſſer durch anhaltendes Kochen von aller beygemiſchten Luft gereinigt, und die Verſchließung der Korkſtöpſel vollkommen war. Die letztere zu befördern, beſonders wenn man das Vacuum in den Gefäßen mehrere Tage erhalten will, iſt es dienlich, die äuſſere Oberfläche der Korkſtöpſel

gleich

gleich nach dem Verſuch mit einem aus Birnſteinfirniß und fein gepülvertem ungelöſchten Kalch bereiteten Kitt, zu überſtreichen *).

Um vermittelſt dieſes Apparats die Expanſivkraft des Waſſerdampfes im luftleeren Raum bey zunehmenden Graden der Wärme, von der Eiskälte bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers zu beobachten, durchbohrte ich den Korkſtöpſel e, und brachte durch denſelben ein äuſſerſt feines und empfindliches Queckſilberthermometer in den innern Raum des Gefäßes d. Die Kugel des Thermometers hatte eine pariſer Linie im Durchmeſſer, und ein Grad der 80theiligen Scale betrug etwa ½ Linien. Das Auge konnte alſo noch ganz ſcharf 8tel Grade unterſcheiden. Längſt der Barometerröhre c a war eine in pariſer Zollen und Zehntheilen eingetheilte Scale angebracht. Die Hunderttheile von Zollen ſchätzte ich mit dem Auge, welches bey einiger Uebung recht gut von Statten geht. Ich brauche nicht zu erinnern, daß wegen des veränderlichen Standes des Queckſilbers in dem Gefäß, an den beobachteten Barometerhöhen die nöthige Correction angebracht werden mußte. Anfänglich ſtellte ich meine Verſuche nach Betancourts Methode ſo an, daß ich ein Kohlenbecken, oder die Flamme eines Lichtes unter die Viole k brachte, das Waſſer in derſelben zum Kochen erhitzte, und in dieſem Augenblick den Stand des Thermometers und Barometers beobachtete. Allein hier endeckten ſich zuerſt vollkommen die Fehler dieſer Methode, indem ſie mir zugleich eine merkwürdige Erſcheinung darboten, die ich nicht mit Stillſchweigen übergehen darf. Faſt in demſelben Augenblick, wie man die Flamme eines Lichtes unter die Viole

*) Dieſen Kitt habe ich bisher auch als das beſte Verwahrungsmittel der zum Verſchließen bey den Schrauben am papin. Topf gebrauchten Leder gegen die heißen Dämpfe befunden. Ich beſtreiche die Leder etwas dick mit dem Kitt.

Viole k bringt, bilden ſich Dampfbläschen, und das Barometer ſteigt in die Höhe, bis das Waſſer in der Viole k zum Sieden kommt. Während der Zeit hat das Thermometer ſeinen Stand oft kaum um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad verändert, indeß das Barometer, nach Beſchaffenheit der höhern Temperatur, die in den Gefäßen h und d herrſchte, ehe man das Licht unter die Viole k brachte, um 1, 2 bis 3 Zoll in die Höhe gegangen iſt. (In einem Fall, wo Luft mit dem Dampf vermiſcht war, beobachtete ich ſogar eine Aenderung von 7 Zoll am Barometer, ohne die mindeſte Aenderung des Thermometers.) Fährt man nun mit dem Licht unter der Viole weg, ſo ſinkt das Barometer, indeſſen das Thermometer bis auf einen gewiſſen Punct zu ſteigen fortfähret, wo es eine Zeitlang ſtille ſteht, indeſſen das Barometer auch einen fixen Punct erreicht. Dieſe ſonderbare Erſcheinung erkläret ſich folgendermaßen. In dem Augenblick, wie das Feuer unter die Viole k kommt, bilden ſich in dem Waſſer derſelben Dämpfe, weil ſich ihrer Bildung nichts als die Cohäſion des Waſſers, die durch die Wirkung des Feuers bald überwunden wird, widerſetzt. In demſelben Augenblick wird die Expanſivkraft der Dämpfe über dem Waſſer in der Viole k vermehret, und es ſteigt ein Theil der Dämpfe in das Gefäß h, wo ſie zwar anfänglich wegen der daſelbſt herrſchenden kältern Temperatur zerſetzt werden, weil aber wegen der ſortdauernden Wirkung des Feuers mehr Dämpfe aus der Viole k nachfolgen, als in h zerſetzt werden, indem ſich hier die Temperatur durch die Zerſetzuug erhöht, ſo entſteht auch in dieſem Gefäß ſehr bald eine Verdichtung und vermehrte Expanſivkraft der Dämpfe, welche ſich in das Gefäß d fortpflanzt, und das Barometer zum ſteigen bringt. Das Thermometer verändert ſeinen Stand nicht, weil die in den erſten Augenblicken aus h in d überſtröhmenden Dämpfe beynahe von derſelben Temperatur ſind, als die bereits in dem Gefäß

d be-

d befindlichen. Erſt nachdem der Dampf durch die Verdichtung ſein Maximum für die herrſchende Temperatur überſchritten hat, fängt er an ſich zu zerſetzen, und eben dadurch die Temperatur in dem Gefäß d zu erhöhen. Entfernt man nun gleich die Quelle des Feuers von der Viole k, ſo dauert dem ungeachtet die Deſtillation und das Zerſetzen des Dampfes in dem Gefäß d als dem kälteſten Theil des Apparats noch eine Zeitlang, und das Thermometer fähret zu ſteigen fort, bis die Temperatur in d mit der Temperatur der übrigen Gefäße ins Gleichgewicht gekommen iſt. Während der Zeit muß das Barometer ſchon wieder herunterſinken, weil in dem Augenblick, wo das Feuer von der Viole k hinweggebracht, auch die Urſache der Vermehrung der Expanſivkraft des Dampfes entfernt wird, folglich die in d fortdauernde Zerſetzung dieſe Kraft ſogleich vermindert. In dem Zeitpunct, wo das Thermometer und Barometer zugleich anfangen, ſtille zu ſtehen, giebt das letzte genau die zu der Temperatur des Thermometers gehörige Expanſivkraft der Dämpfe an. Beobachtet man daher, indeß die Wirkung des Feuers unter der Viole k fortdauert, die zuſammengehörigen Thermometer- und Barometerſtände, ſo wird man die Expanſivkraft der Dämpfe, wie mich die Erfahrung belehret hat, für die durch das Thermometer angegebene Temperatur ſtets zu groß finden. Könnte man unmittelbar in das Gefäß k ein Thermometer bringen, und beobachtete den Gang deſſelben mit dem Barometer, ſo würde man die Wärme gegen den Stand des letztern ſtets zu groß, das iſt, die Expanſivkraft der Dämpfe zu klein finden. Dies iſt der Fehler, welchem der Betancourtiſche Apparat unterworfen war. Brächte man endlich das Thermometer in irgend eine mittlere Stelle des Gefäßes h, ſo würde man die wahre zu der Expanſivkraft der Dämpfe gehörige Wärme finden. Der Punct, wo das Thermometer ſtehen müßte, ändert ſich aber wahrſcheinlich

lich immer mit der Größe des Unterſchiedes in der Temperatur der Gefäße k und d. Um deſto leichter eine gleichförmige Temperatur in dem ganzen innern Raum der Gefäße zu erhalten, ließ ich die Viole k hinweg, brachte das Waſſer unmittelbar in dem Gefäß h durch eine von der Seite mittelſt eines Löthrohres dawider geblaſenen Lichtflamme zum Sieden, und evacuirte ſo die Gefäße h und d von der Luft. Hierauf ſetzte ich den ganzen untern Theil des Apparats von i bis e in ein Waſſerbad, welches ich zuvor bis zur Siedhitze erwärmt hatte, und beobachtete den Stand des Thermometers und Barometers, indem ich das beſtändig in Bewegung erhaltene Waſſer, anfänglich durch die Einwirkung der umgebenden Luft, hierauf durch hinzugemiſchtes kälteres Waſſer, und endlich durch Schnee oder zerſtoſſenes Eis bis zur Temperatur von 0° erkältete. Da aber dieſe Art zu beobachten allzu viele Zeit und Mühe gekoſtet haben würde, wenn ich den Gang des Barometers, von Grad zu Grad des Thermometers hätte meſſen wollen, ſo ſchränkte ich die Zahl meiner Beobachtungen auf 5 zu 5 Grade ein, und bemerkte nur, wenn es die Umſtände gerade erlaubten, auch zwiſchen liegende Grade. Die Reſultate meiner Beobachtungen im Mittel genommen, enthält die 5te Tafel. Die Unterſchiede zwiſchen den Beobachtungen und der Rechnung ſtiegen (ein Paar einzelne Fälle ausgenommen, wo ſich gröbere Fehler der Beobachtung eingeſchlichen haben,) nicht über $\frac{1}{3}$° der Temperatur, und ſind im Durchſchnitt genommen, noch ungleich geringer. Eine größere Uebereinſtimmung wird man, nach dem was ich bereits über die Schwierigkeiten dieſer Beobachtungen geſagt habe, nicht erwarten. Ich glaube mich daher berechtiget, das von mir entdeckte Geſetz über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, ſo weit unſre Beobachtungen reichen, für allgemein gültig zu halten. Nun noch einige Bemerkungen über die Natur dieſes Geſetzes und die Frage, wie

weit darf es ausgedehnt werden? Da, wie oben bereits erinnert worden iſt, in dem allgemeinen Ausdruck $e = t^m$, für $t = 80$, $m = 1{,}8113$ iſt, und dieſer Exponent für Veränderungen des Thermometers von 10 Graden ſich um 0,05, oder für Veränderungen von einem Grad um 0,005 ändert, ſo beträgt m, für $t = 0$, $1{,}8113 - 0{,}4 = {,}4113$. Man kann daher die Formel bequemer ſo ausdrucken: $e = t^{1{,}4113 + 0{,}005\,t}$; wo man nur für t den Wärmegrad der 80theiligen Scale des Queckſilberthermometers ſchreiben darf, um e in Hunderttheilen von pariſer Zollen ausgedruckt zu erhalten. Es ſey z. B. $t = 100$, ſo erhält man $e = 100^{1{,}4113 + 0{,}5}$; oder für $t = 254$ (die Hitze des ſiedenden Queckſilbers) $e = 254^{1{,}4113 + 254 \cdot 0{,}005} = 254^{2{,}6813}$. Berechnet man dieſen Werth von e durch Logarithmen, ſo findet man $e = 280\,60$ Zoll. Die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe für die Hitze des ſiedenden Queckſilbers, iſt gleich dem 1000fachen Druck der Atmoſphäre. Im Vorbeygehen will ich bemerken, daß man für die Werthe von t unter 70°, die Tauſendtheile in dem Exponenten der Potenz von t ganz auſſer Acht laſſen könne, und ſelbſt bey höhern Graden der Wärme darf man ſich dieſe Abkürzung erlauben, wenn keine auſſerordentliche Schärfe erfordert wird. In dem vorſtehenden Exempel würde die abgekürzte Rechnung 27870, geben.

Die Frage, wie weit darf man das gefundene Geſetz für die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe als richtig annehmen? könnte nur durch unmittelbare Verſuche beantwortet werden. Da aber dieſe Verſuche wegen der hierzu erforderlichen dichten Verſchließung der Gefäße, wie bereits erwähnt, ſehr vielen Schwierigkeiten unterworfen ſind, und bey hohen Graden der Hitze wegen des zu beſorgenden Springens der Gefäße ſelbſt gefährlich werden könnten, ſo zweifle ich, ob dieſe Frage je mit geometri-

ſcher

ſcher Gewißheit wird beantwortet werden können. Ins Unendliche kann ſich das Geſetz wohl nicht erſtrecken, weil man ſonſt die expandirende Kraft der Feuertheilchen ſelbſt als unendlich groß annehmen müßte. Es iſt mir indeſſen wahrſcheinlich, daß ſich das Geſetz weit, wohl bis zur Glühehitze erſtrecken mag, wenn ich die ungeheure Gewalt bedenke, welche eingeſchloſſene, bis zum Glühen erhitzte, Dämpfe in den Keſſeln der Vulkanen und bey Erderſchütterungen ausgeübt haben. Es iſt wenigſtens ſehr intereſſant unter dieſer Vorausſetzung über die bewegende Kraft, welche die fürchterlichſten aller Naturerſcheinungen erzeugt, Rechnung führen zu können. Nur ein Beyſpiel zur Probe. Ich denke mir eine Höhle tief unter der Erde im Keſſel eines Vulkans rund um mit glühender Lava umſchloſſen, in deren Mitte Waſſer, das nicht eher entweichen kann, bis es ſelbſt zur Glühehitze gekommen iſt. Ich ſetze die Hitze der geſchmolzenen Lava nur der Rothglühehitze des Eiſens gleich, = 1077 Fahrenheit oder 464 Reaum., da ſie doch dieſelbe nach Spallanzani's Beobachtungen (man ſehe deſſen Reiſe in beide Sicilien 4 Th. 23 Cap.) noch weit übertrifft, und berechne nach dem gefundenen Geſetz die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe für dieſe Temperatur. Sie iſt $e = 464^{1,41 + 464 \cdot 0,005} = 464^{3,73} = 88331000$. Dieſe Zahl mit 28 dividiret, giebt einen 3154679fachen Druck der Atmoſphäre. Den Druck der Atmoſphäre auf einen Quadratfuß 22 Centner gerechnet, ſo kommt für die Kraft der glühenden Waſſerdämpfe die ungeheure Gewalt von 69402938 Centnern. Eine Kraft, welche, wenn man blos an Gewicht, nicht an Zuſammenhang der Erde denkt, hinreichend wäre, die Erde berſten zu machen, ſelbſt wenn die Mine im Mittelpunkt der Erde ſpränge. Man rechne das Gewicht eines pariſer Cubikfußes Erde (dieſe Größe unveränderlich durch die ganze Maſſe der Erde geſetzt) 175 Pfund und den Halbmeſſer der Erde 860.22000 Fuß, ſo beträgt

das

das Gewicht eines Prisma von Erde, deſſen Grundfläche ein Quadratfuß, und deſſen Höhe der Halbmeſſer der Erde wäre, 33110.000 Centner, noch nicht die Hälfte von der gefundnen Zahl.

Voraus geſetzt die Gleichung $e = t^{1,4113 + 0,005t}$ drucke das allgemeine Geſetz für die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe aus, ſo entſteht die Frage, was erhält ſie für einen Werth für verneinte t? Dieſe Frage läßt ſich aus der Beſchaffenheit der Formel gar nicht beantworten, (welche, wenn man für die verneinten t nicht blos ganze, ſondern auch Brüche von Graden ſchreibt, bejahte, verneinte und unmögliche Werthe geben kann,) ſondern ſie muß aus der Natur der Sache beantwortet werden. Ich habe ſchon oben im Allgemeinen bemerkt, daß bey der Dampfbildung zwey Kräfte (den Druck der Atmoſphäre ausgeſchloſſen) einander entgegen wirken, die expandirende Kraft des Feuers, und die anziehende des verdampfenden Körpers. Bey dem völligen Gleichgewicht beider Kräfte iſt keine Dampfbildung denkbar. Erſt, wenn die Cohäſion des verdampfenden Körpers wenigſtens an der Oberfläche durch die Wirkung des Feuers aufgehoben wird, kann eine wirkliche Vereinigung zwiſchen den Theilchen des Feuers und des Körpers vor ſich gehen, wodurch dieſe die Dampfgeſtalt erhalten. Die Expanſivkraft eines unter dieſen Umſtänden gebildeten Dampfes gegen die umgebenden Körper iſt 0, und der leiſeſte Zug der letzten zerſetzt den Dampf. Erſt, wenn Ueberſchuß von Wärme (freie Wärme) hinzukommt, ſo erhält der Dampf eine ſich thätig äuſſernde Expanſivkraft. Die Ueberſchüſſe der Temperatur über jenen Punkt des eben aufgehobenen Gleichgewichts ſind die Grade der Wärme, wodurch das Geſetz der Expanſivkraft des Dampfes beſtimmt wird. Bey den Waſſerdämpfen fällt, wie die Erfahrung lehrt, der 0 Punkt der Thermometerſcale für

für die Expanſivkraft der Dämpfe auf den Frierpunkt des Waſſers, oder wenigſtens ſehr nahe dabey, und eben daher können die Grade des reaumuriſchen Thermometers über 0, oder jeder andern Scale, welche von demſelben Punkt anfängt, dienen, das Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe auszudrücken. Verneinte unter 0 liegende Grade der Wärme giebt es gar keine, ſo bald von einer dadurch bewirkten Expanſivkraft der Waſſerdämpfe die Rede iſt. Für andere Dämpfe muß der 0 Punkt der Thermometerſcale durch unmittelbare Erfahrungen ausgemacht werden. Ich habe mir vorgenommen, in der Folge Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand anzuſtellen, und will gegenwärtig die Erzählung meiner bereits gemachten Erfahrungen über die Waſſerdämpfe dadurch nicht unterbrechen. Aus dem, was ich zu Anfang dieſer Abhandlung über De Luc's Theorie der Waſſerdämpfe geſagt habe, erhellet, daß dieſer Naturforſcher zuerſt den Satz aufgeſtellet hat: daß die Siedhitze des im Freien kochenden Waſſers, jedesmal der Temperatur gleich ſey, welche erfordert wird, dem Waſſerdampf eine dem Druck der Atmosphäre gleiche Expanſivkraft zu geben. Herr Gren hat in einem ſehr lehrreichen Aufſatz über die weſentliche Einrichtung der neuern Dampfmaſchinen ꝛc. S. 144 f. 1 Bdes. ſeines neuen Journals der Phyſ. durch Vergleichung der Delucciſchen Beobachtungen über die Siedhitze auf den Schweizergebirgen, mit den Betancourtiſchen Verſuchen und mit eignen Beobachtungen, die Herr Gren über die Siedhitze in dem Vacuum der Luftpumpe anſtellte, gerechtfertiget. Ich bemerke hierzu, daß die nach meinem Geſetz über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe mit dem von De Luc beobachteten Siedhitzen und zugehörigen Barometerſtänden noch vollkommner übereinſtimmen, als Betancourts Beobachtungen und die Pronyſche Rechnung, wie man ſich durch den Anblick der nachſtehenden Tafel überzeugen kann. Ich

 habe

habe die Delucciſchen Beobachtungen aus dem angeführten Grenſchen Aufſatz entlehnt, wo die Barometerſtände in Hunderttheilen von Zollen und die Grade des Delucciſchen Thermometer's in ein bey 28 Zoll B. St. regulirtes verwandelt ſind, und habe zu dieſen Thermometerſtänden die Expanſivkraft des Waſſerdampfs ſowohl nach meiner Formel, als nach der Pronyſchen berechnet.

Sechſte Tafel.

Deluc's Wärme.	Beobacht. Baromſt.	Expanſivkr. des Dampfes nach Prony.	Expanſivkr. des Dampfes nach meiner Formel.	Unterſchiede.	
I.	II.	III.	IV.	II. III.	II. IV.
72,50	19,66	18,93	19,946	+ 0,73	— 0,28
73,21	20,41	19,76	20,50	+ 0,65	— 0,09
74,74	21,85	21,30	21,99	+ 0,55	— 0,14
75,80	22,98	22,51	23,183	+ 0,47	— 0,20
76,14	23,36	22,91	23,40	+ 0,45	— 0,04
76,43	23,67	23,26	23,80	+ 0,41	— 0,13
76,70	24,08	23,58	24,02	+ 0,50	+ 0,06
77,04	24,49	24,09	24,46	+ 0,40	+ 0,03
77,44	24,87	24,53	24,93	+ 0,34	— 0,06
78,38	25,92	25,76	26,01	+ 0,16	— 0,09
78,93	26,73	26,46	26,66	+ 0,27	+ 0,07
79,22	27,02	26,89	27,01	+ 0,13	+ 0,01
79,26	27,04	26,94	27,05	+ 0,10	— 0,01
79,32	27,07	27,03	27,13	+ 0,04	— 0,06
79,38	27,15	27,04	27,20	+ 0,11	— 0,05
79,41	27,30	27,17	27,26	+ 0,13	+ 0,04
79,53	27,43	27,34	27,40	+ 0,09	+ 0,03
79,61	27,53	27,45	27,49	+ 0,08	+ 0,04
79,69	27,55	27,56	27,58	+ 0,01	— 0,03
79,84	27,78	27,76	27,77	+ 0,02	+ 0,01
79,90	27,83	27,86	27,84	— 0,03	— 0,01
79,94	27,91	27,90	27,89	+ 0,01	+ 0,02
80,03	28,09	28,04	28,04	+ 0,05	+ 0,05
80,14	28,18	28,20	28,18	— 0,02	0,00
80,30	28,42	28,43	28,39	— 0,01	+ 0,03

Für

Für die nahe bey 80° liegenden Siedhitzen, giebt ſowohl die Pronyſche als meine Rechnung nur geringe Unterſchiede. Je weiter aber die Temperatur ſich von 80° entfernt, deſto mehr weicht die Pronyſche Rechnung von dem Delücciſchen Beobachtungen ab, und wenn ſich die Gränzen der Beobachtungen weiter erſtreckten, ſo würde die Abweichung von Pronys Rechnung immer größer werden. Dieß beweiſet ſchon die folgende von Sauſſüre auf dem Gipfel des Montblanc angeſtellte Beobachtung. Dieſer Naturforſcher fand die Siedhitze auf dem höchſten Berg, in Europa 69° nach Deluc, indeß das Barometer 16″ $\frac{144}{160}$ Linien = 16,08 Zoll ſtand. Die Delucciſchen 69 Grade, auf ein 80zigtheiliges Queckſilberthermometer reduciret, deſſen Siedpunct bey 28 Zoll reguliret iſt, geben 68,3°. Für dieſe Temperatur giebt meine Formel die Expanſivkraft des Waſſerdampfes 16,34 Zoll, die Pronyſche Rechnung 15,13 Zoll. Der Unterſchied zwiſchen meiner Rechnung und der Sauſſüriſchen Beobachtung beträgt in der Scale des Thermometers $\frac{1}{4}$ Grad; dies läßt ſich noch aus einem Fehler der Beobachtung erklären, weil, wie ich gleich umſtändlicher zeigen werde, die genaue Beſtimmung der Siedhitze des Waſſers ſehr vielen Schwierigkeiten unterworfen iſt. Der Unterſchied zwiſchen der Pronyſchen Rechnung und Sauſſüres Beobachtung beträgt aber über $1\frac{1}{2}$ Grad, und iſt zu groß, als daß man ihn blos als einen Fehler der Beobachtung anſehen könnte. Die Grenſchen Beobachtungen über die Siedhitze des Waſſers im Vacuum der Luftpumpe ſtimmen zwar durchgehends beſſer mit Betancourt's, als meinen Verſuchen überein, aber Herrn Gren's Scharfſinn iſt die Urſache des Fehlers ſelbſt nicht entgangen, welcher ſeine Beobachtungen unſicher machte. Er bemerkte nämlich, daß der Elaſticitätsmeſſer unter der Glocke der Luftpumpe herunterfiel, wenn gleich das heiße Waſſer, in welchem ſich das Thermome-

mometer befand, zu kochen fortfuhr, und nicht weiter evacuirt wurde, welches Herr Gren ſehr richtig aus der ſtets fortdauernden Erkältung und Zerſetzung der Dämpfe an den Wänden der Glocke erkläret. Dieſer Umſtand mußte aber nothwendig eine ſtets geringere Temperatur der Dämpfe unter dem Recipienten, als in dem ſiedenden Waſſer ſelbſt erzeugen. Es iſt zu bedauern, daß bey dieſen Verſuchen kein Thermometer frei mitten in dem Recipienten aufgehangen war, dieß würde wahrſcheinlich, wenn es anders empfindlich genug geweſen wäre, die jedesmahlige Temperatur der Dämpfe genauer angezeigt haben. Aus der Uebereinſtimmung meiner Beobachtungen und Rechnungen über die Temperatur und Expanſivkraft der Waſſerdämpfe mit den bey gleichem Druck der Atmoſphäre von Sauſſüre und De Luc gefundenen Siedhitzen des Waſſers, folgt nun allerdings der oben angeführte De Luc'iſche Satz von der Beſtimmung der Siedhitze durch die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, welche dem jedesmahligen Druck der Atmoſphäre gleich iſt. Es iſt nichts leichteres, als nach meiner Formel die zu jeder gegebenen Temperatur der Siedhitze zugehörige Expanſkraft des Waſſerdampfes, oder den ihr gleichgültigen Druck der Atmoſphäre zu berechnen. Man kann hiernach zu jeder beobachteten Siedhitze den zugehörigen Druck der Atmoſphäre und aus dieſem, nach den bekannten Regeln für die Höhenmeſſung durch das Barometer, die Höhe des Ortes der Beobachtung über der Meeresfläche finden. So würde man ſtatt des Barometars in Zukunft das viel leichter transportable Thermometer auf die Gipfel der Berge mitführen, und dadurch ihre Höhe beſtimmen können. Ich zweifle indeſſen ſehr, ob man von dieſer Anwendung des entdeckten Geſetzes über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe ſobald einen nützlichen Gebrauch machen könne, nicht wegen der Unvollkommenheit der Theorie, ſondern wegen der Schwierigkeiten, die

die

die Ausführung von einer andern Seite macht. Aus dem Anblick der 5ten Tafel erhellet, daß ein Grad Unterſchied in der Temperatur bey 28 Zoll Barometerſtand, 1,25 Zoll Unterſchied für den Druck der Waſſerdämpfe giebt. Für die gegenwärtige Abſicht iſt es verſtattet, die zwiſchen zwey nächſten Grade des Thermometers fallenden Unterſchiede der Temperatur und des Drucks der Waſſerdämpfe einander proportional zu ſetzen. Ein Zehntheil Grad Veränderung in der Siedhitze giebt daher ſchon 0,125 Zoll Aendrung für den Stand des Barometers, $\frac{1}{100}$ Grad Wärme 0,0125 Aenderung des Barometerſtandes. Will man alſo aus der beobachteten Siedhitze des kochenden Waſſers mit eben der Zuverläſſigkeit auf den zugehörigen Druck der Atmoſphäre ſchlieſſen, mit welcher man denſelben durch die Beobachtung eines gut eingerichteten ausgekochten Barometers gefunden hätte, ſo muß man in der Beſtimmung der Siedhitze, wenigſtens bis auf $\frac{1}{100}$ Grad des 80theiligen Thermometers ſicher ſeyn. Die bloße Anſicht der De Lüciſchen Verſuche, welche doch von einem ſo vortreflichen Beobachter mit ſo vorzüglichen Werkzeugen angeſtellt worden ſind, beweiſet ſchon, daß man ſich von den Beobachtungen der Siedhitze des Waſſers keine bis auf $\frac{1}{100}$ Grad des 80theiligen Thermometers reichenden Genauigkeit verſprechen dürfe. Da ich indeſſen in der Naturlehre nicht gerne einen Satz auf die Auctorität eines einzigen Mannes, (wenn ich gleich denſelben ſehr ſchätze) annehme, ſo wollte ich mich durch eigne Beobachtungen von dem Grad der Genauigkeit bey der Beſtimmung der Siedhitze in offnen Gefäßen durch das Thermometer verſichern. Der Apparat, welchen ich dabey gebrauchte, hatte folgende Einrichtung. AABB fig. 4. iſt ein Cylinder von weißem Blech, 4 Zoll weit, 2 Fuß pariſ. Maaß hoch. Die obere Oefnung des Cylinders iſt durch einen paſſenden Deckel von demſelben Metall verſchloſſen, durch deſſen kleine Oefnung in der

Mitte die Röhre des Thermometers ab geht, und durch eingeſtopftes Werg feſtgehalten wird. Um den über der Oberfläche des kochenden Waſſers ſich bildenden Dämpfen einen Ausgang zu verſchaffen, ohne daß der durch ihre Zerſetzung gebildete Nebel die genaue Beobachtung des Thermometers verhindert, gehen zu beiden Seiten zwey anderthalb Zoll weite oben offne cylindriſche Röhren c c in die Höhe. Das Gefäß AABB wurde bis an die innere Mündung der beiden Röhren c, c voll Waſſer gefüllt, und das Thermometer bis beynahe auf den Boden des Gefäßes, ohne denſelben zu berühren, verſenkt. Von der Scale des Thermometers, die in einen beſondern Glascylinder eingeſchloſſen war, reichte jedesmal nur ſo viel über die Oeffnung des Deckels a hervor, als zur Beobachtung des Standes des Queckſilbers nöthig war. Die ganze Scale des Thermometers ging nur von 70 zu 82 Grad der Reaum. Eintheilung. Jeder Grad der Scale betrug an 2 pariſer Zoll, und konnte daher mit hinlänglicher Schärfe in 100 kleinere Theile getheilet werden. Der Punkt 80, ſo wie die Größe der Grade des Thermometers, waren nach einem andern Queckſilberthermometer beſtimmt worden, deſſen Grade, bey der ganzen Ausdehnung der reaum. Scale über ½ pariſer Zoll betrugen, und deſſen Siedpunkt auf den mittlern Barometerſtand von 27 Zoll 8 Linien reguliret war. Das Waſſer in dem Gefäß AABB wurde in einem Windofen mit Kohlenfeuer bis zum Sieden erhitzt, und der Thermometerſtand erſt dann beobachtet, wenn die ganze Waſſermaſſe in vollem Aufwallen bis in die Röhre cc hineingetrieben wurde. Die Verſuche ſtellte ich ganz im Freien bey einer Wärme der Luft von 10° — 15° an. Der Druck der Atmoſphäre wurde durch ein Delúcciſches Heberbarometer, deſſen Vernier Zehntheile von Linien angab, beſtimmt.

Erſter Verſuch.

Stand des Barometers.		Beob. Siedhitze.
27 Zoll 9,9 Linien		80,175
		80,110
		80,200
	Mittel	80,161

Zweyter Verſuch.

Stand des Barometers.		Siedhitze.
27 Zoll 8,6 Linien		80,00
		80,15
	Mittel	80,075

80,200 wenn das Thermometer auf dem Boden des Gefäßes aufſtand, und das Waſſer oben zu den Röhren hinaus wallte.

Dritter Verſuch.

Barometerſtand.		Siedhitze.
27 Zoll 7,7 Linien		79,95
		80,00
	Mittel	79,975

Vierter Verſuch.

Barometerſtand.		Siedhitze.
27 Zoll, 7 Linien		79,933
		79,955
		80,00
	Mittel	79,963

Fünfter Verſuch.

Barometerſtand.		Siedhitze.
27 Zoll 9,6 Linien		80,20
		80,25
		80,30
	Mittel	80,25

Aus

Aus dieſen Verſuchen erhellet, daß man kaum auf $\frac{1}{10}$ Grad der reaum. Scale in der Beſtimmung der Siedhitze ſicher ſeyn könne. Die Ungewißheit rühret von den Oſcillationen des im ſiedenden Waſſer eingetauchten Thermometers her, indem die Hitze des Waſſers über den Siedpunkt wächſet, bis die Dämpfe durch ihre immer ſteigende Expanſivkraft die ganze Waſſerſäule in Bewegung ſetzten und mit einem heftigen Aufwallen plötzlich entweichen, wodurch das Waſſer wieder unter den Siedpunkt erkältet wird. Da nun, wie ſchon gezeigt worden iſt, zu $\frac{1}{10}$ Grad Unterſchied der Wärme bey 80° Temperatur 0,125 Zoll Unterſchied im Barometerſtand gehören, ſo wird man dieſen durch die unmittelbare Beobachtung zehnmal ſchärfer, als durch Rechnung aus der beobachteten Siedhitze finden. Man darf nicht einwenden, daß bey geringern Siedhitzen, wie man ſie auf den Gipfeln der Berge beobachtet, zu einem gleichen Unterſchied in der Wärme ein geringerer Unterſchied im Barometerſtand gehöre, folglich der Fehler der Beobachtung ſich vermindere. Denn man bedenke, daß in höhern Regionen der Atmosphäre gleiche Unterſchiede des Barometerſtandes größere Aenderungen in den daraus hergeleiteten Höhen geben, folglich der Fehler der Beobachtung wenigſtens für den Zweck durch das Thermometer der Höhenmeſſung immer derſelbe bleibt. Vielleicht wäre es möglich, durch Verbaſſerungen des Apparats, eine größere Genauigkeit in die Beſtimmung der Siedhitze durch das Thermometer zu bringen. Insbeſondre verdient der Gedanke einiger engliſcher Phyſiker, die Siedhitze durch bloße Dämpfe des ſiedenden Waſſers zu beſtimmen, weitere Prüfung. Es kommt dabey alles auf die Auflöſung der (freilich nicht ganz leichten) Aufgabe an: die Wirkung des Feuers auf das ſiedende Waſſer ſo zu reguliren, daß die von dem Waſſer in einer beſtimmten Zeit aufſteigende Menge Dampf der durch eine gegebne

Def=

Oeffnung des Apparats entweichenden Menge ſtets gleich bleibe, damit der Dampf in dem Gefäß ſelbſt, wo ſich das Thermometer befindet, weder verdichtet noch zerſetzt werde, und daher immer einerley Temperatur behalte. Ich habe mir vorgenommen, Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand anzuſtellen. Vor der Hand finde ich es aber überflüſſig, den Leſer länger damit aufzuhalten, und wie Prony in dem zweyten Theil ſeiner nouvelle Architecture hydraulique gethan hat, eine Tafel zu berechnen, welche aus der Siedhitze des Waſſers die zugehörige Erhebung über der Meeresfläche giebt, da alles auf die Beſtimmung des Barometerſtandes aus der Siedhitze ankommt, und dieſe Beſtimmung nach meinen oben gegebenen Formel ohnehin ſehr leicht iſt. Ein anderer Nutzen, welchen man aus dem entdeckten Geſetz für die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe ziehen kann, iſt die Regulirung des Siedpuncts der Thermometer für jeden gegebenen Barometerſtand. Hierbey kommt es auf die Auflöſung der Aufgabe an: aus dem gegebenen Barometerſtand die zugehörige Temperatur des Waſſerdampfes oder die ihr gleiche Siedhitze zu finden. Man ſieht das hier in der allgemeinen Formel, $e = t^{1,4113 + 0,0051}$, e gegeben iſt, und t geſucht wird. Da bey dieſer Auflöſung der Logarithme von t mit t multipliciret wird, ſo muß man den Logarithmen durch ſeine Zahl ausdrücken, und die Reihe, wodurch alsdann e gegeben iſt, umkehren, um t aus e zu finden. Dieſe weitläuftigen Rechnungen kann man aber in der Ausübung völlig entbehren, wenn man bedenkt, daß die zwiſchen zwey nächſte Werthe von t fallenden Unterſchiede von e und t einander ohne merklichen Fehler proportional ſind. Aus der 5ten Tafel hat man den Unterſchied der Barometerſtände zwiſchen 79° und 80° Temperatur = 1,25 Zoll, man nenne den Unterſchied des beobachteten Barometerſtandes von 28 Zoll = d, und ſage, 1,25 : d = 1 : Geſuchte, ſo erhält man den Unter-

ſchied

ſchied der beobachteten Siedhitze von 80° in Theilen des reaum. Thermometers ausgedruckt *).

Ich kehre nach dieſer Ausſchweifung zu meinem Gegenſtand zurück, und komme auf die Unterſuchungen, welche ich über die Dichte und latente Hitze des Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen angeſtellt habe.

Hierüber ſind bisher wenig directe Unterſuchungen von den Naturforſchern angeſtellt worden. Wenigſtens iſt das Folgende alles, was ich mich davon geleſen zu haben erinnere. Sauſſüre erzählt in ſeiner Hygrometrie S. 114 f. einige Verſuche, welche er in der Abſicht angeſtellt hat, um die Menge Waſſer zu finden, welche ein Cubikfuß Luft, indem ſie vom Punkt der größten Trockenheit bis zum Punkt der größten Feuchtigkeit ſeines Hygrometers kommt, aufgelöſet erhalten kann. Er trocknete die Luft in einem großen gläſernen Ballon, der über 4 pariſer Cubikfuß faßte, und worin er ein Hygrometer, Thermometer und Barometer eingeſchloſſen hatte, vermittelſt

*) Nimmt man 28 Zoll allgemein für den Barometerſtand an, bey welchem man den Siedpunct der Thermometer beſtimmen will, und heißt der Abſtand zwiſchen dem Eis- und Siedpunct des Thermometers a, den für irgend einen andern Barometerſtand gefundnen Abſtand der beiden Puncte b, ſo läßt ſich a aus b durch folgende Proportion beſtimmen. $1{,}25 : d = \frac{1}{80} a : a - b$, wo d den Unterſchied der Barometerſtände in Decimaltheilen von pariſer Zollen bedeutet. Dieß giebt $1{,}25 . 80 . a - b = d a$ und $a = \frac{80 . 1{,}25 . b}{80 . 1{,}25 - d}$

Wenn die beobachtete Barometerhöhe über 28 Zoll beträgt, ſo darf man nur für d einen negativen Werth in der Formel für a ſetzen. Genauer hat man für dieſen Fall $a = \frac{80 . 1{,}30 \; b}{80 . 1{,}30 + d}$ weil, wie aus der 5ten Tafel erhellet, der Unterſchied der Barometerſtände zwiſchen 80° und 81° Temperatur 1,30 beträgt.

mittelſt geglühter Potaſche, ſo gut wie möglich aus. Hierauf brachte er etwas feuchte Leinwand, deren Gewicht er genau beſtimmt hatte, in den Ballon, und bemerkte, indem er den ganzen Apparat ſorgfältig in einerley Temperatur zu erhalten ſuchte, wie viel Feuchtigkeit verdunſtete, indem das Hygrometer bis zum Punkt der größten Feuchtigkeit gieng. Es kamen im Durchſchnitt 11 — 12 Gran Waſſer auf einen Cubikſchuh Luft bey einer Temperatur von 14 — 15°, das Barometer ſtieg durch den Druck der Dämpfe von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Linien. Vergleicht man die Vermehrung der Elaſtizität der eingeſchloſſenen Luft mit der Expanſivkraft des Waſſerdampfes in der 5ten Tafel bey gleicher Temperatur, ſo erhellet, daß dieſe jene nur um weniges übertrifft, und ihr völlig gleich ſeyn würde, wenn die Temperatur des Sauſſüriſchen Apparats = 14° geſetzt würde. Dies berechtiget ferner zu der Vorausſetzung, der Waſſerdampf habe ſich mit der eingeſchloſſenen Luft blos mechaniſch vermiſcht und ſie verdichtet, ſo, wie wenn noch ein Antheil atmoſphäriſcher Luft hinzugekommen wäre. Da nun der Raum der eingeſchloſſenen Luft ſich nach dem mariottiſchen Geſetz umgekehret wie ihre Elaſtizität verhält, ſo wurde die Luft durch die Würkung des Dampfes in dem ſauſſüriſchen Verſuch um $\frac{1}{55}$ verdichtet, und dieſen Raum = $\frac{1}{55}$ par. Cubikfuß = 31, 5 Cubikzolle nahm der aus 12 Gran Waſſer bey 14 — 15° Wärme gebildete Dampf ein. Setzt man das Gewicht eines pariſer Cubikfußes Waſſer = 70 Pfund, ſo beträgt $\frac{1}{55}$ Cubikfuß $1\frac{3}{11}$ Pfund = 11729 par. Gran. Folglich war der in dieſem Verſuch gebildete Dampf 1056mal leichter als Waſſer oder 1,3mal leichter als Luft, wenn man dieſe 840 leichter als Waſſer ſetzt. Die Art, wie Sauſſüre dieſen Verſuch angeſtellt hat, verſpricht keine große Genauigkeit für die Beſtimmung der Dichte des Waſſerdampfes, welches auch gar nicht der Endzweck des Verſuches war.

Fürs erſte werde ich in dem zweyten Theil meiner Abhandlung durch mehrere Thatſachen direct erweiſen, daß die Expanſivkraft des reinen, im luftleeren Raum gebildeten, Waſſerdampfes keineswegs mit der Expanſivkraft eines mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes ganz einerley iſt, und man folglich nicht geradezu von der Dichte des einen auf die Dichte des andern ſchlieſſen darf. Zweytens, hält es auſſerordentlich ſchwer, einen ſo großen Apparat, wie der Sauſſüriſche war, in allen ſeinen Theilen bey gleicher Temperatur zu erhalten, um das Niederſchlagen des Waſſers an die kältern Stellen, noch ehe die Luft bis zum Sättigungspunkt mit Dämpfen erfüllt iſt, ganz zu verhüten. De Luc erzählt in ſeiner Schrift über die Metereologie, daß Watt aus ſeinen Beobachtungen über die Dampfmaſchinen geſchloſſen habe, die Dämpfe des ſiedenden Waſſers ſeyen über 1300mal leichter, oder dünner als Waſſer. Die Art, wie Watt ſeine Beobachtungen angeſtellt hat, finde ich aber nicht genau angegeben. Da ich directe Verſuche über dieſen Gegenſtand anzuſtellen willens war, ſo dachte ich über die beſte Methode nach, welche hierbey zu befolgen wäre. Ich fand kein anderes Mittel, die Dichte des reinen Waſſerdampfes bey einer niedrigern Temperatur als der Siedhitze zu beſtimmen, als ein beſtimmtes Gewicht Waſſer in das Vacuum der Luftpumpe oder des Barometers zu bringen, und zu unterſuchen, welchen Raum es da in Dampfgeſtalt bey einer beſtimmten Temperatur einnehme. Da ich indeſſen die Art, dies mit Genauigkeit zu bewerkſtelligen, mit allzuvielen Schwierigkeiten verknüpft fand, ſo mußte ich mich vor jetzt auf die Unterſuchung der Dichte der Dämpfe des ſiedenden Waſſers, welche ohnehin, wegen ihrer Anwendung auf das Maſchinenweſen, die intereſſanteſten ſind, einſchränken. Der Grundſatz, worauf ich dieſe Verſuche bauete, iſt folgender. A (Fig. 5.) bezeichne das Gewicht eines hohlen leichten Gefäßes von

Glas,

Glas, deſſen Capazität bekannt, oder wenigſtens beſtimmt unveränderlich, iſt. An das Gefäß ſey eine gekrümmte, bey d offene, Thermometerröhre b c d angeſchmolzen. Man wiege das Gefäß in dieſem Zuſtande an einer ſehr empfindlichen Wage, ſo erhält man das Gewicht des Gefäßes nebſt dem Gewicht der eingeſchloſſenen Luft = A + L. (Eigentlich geht von dem genannten Gewicht das ab, was der ganze Apparat als ein in der Atmoſphäre eingetauchter Körper an Gewicht verlieret, weil aber dieſer Verluſt, ſo lange der Verſuch dauert, als eine unveränderliche Größe angeſehen wird, ſo hat er auf die Beſtimmung des Gewichtes der Dämpfe keinen Einfluß, und kann auſſer Acht gelaſſen werden.) Nun bringe man etwas deſtillirtes Waſſer in das Gefäß, und laſſe daſſelbe bis zur Trockne verkochen, und verſchlieſſe in dieſem Augenblick die Oeffnung d luftdicht mit etwas Wachs oder dergleichen. Läßt man hierauf das Gefäß bis zu der Temperatur, die es vor der Einfüllung des Waſſers hatte, erkalten, ſo beſchlägt ſich der den Raum des Gefäßes bey der Siedhitze anfüllende Waſſerdampf als ein ſichtbarer Thau an den innern Wänden des Gefäßes, und läßt einen luftleeren Raum zurück. Bringt man das Gefäß in dieſem Zuſtande abermals an die Wage, ſo erhält man das Gewicht des Gefäßes nebſt dem Gewicht des eingeſchloſſenen Dampfes = A + D. Oeffnet man hierauf das Gefäß, ſo ſtürzt die atmoſphäriſche Luft hinein, zerſetzt die noch übrigen Dämpfe und füllt den ganzen innern Raum des Gefäßes an, bis auf den kleinen Theil, welchen die zerſetzten Dämpfe einnehmen, den man auſſer Acht laſſen kann, da er noch nicht $\frac{1}{1000}$ des Ganzen beträgt. Man findet alſo durch ein drittes Abwiegen das Gewicht des Gefäßes, des Dampfes, und der im Gefäß enthaltenen Luft = A + D + L. Das erſte Gewicht vom dritten abgezogen, giebt das Gewicht des im Gefäß enthaltnen Dampfes = D, das zweyte vom

 drit-

dritten abgezogen das Gewicht der im Gefäß enthaltenen Luft = L, beide Unterſchiede dividiret das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichtes des Dampfes zum ſpecifiſchen Gewicht der atmoſphäriſchen Luft zur Zeit der Beobachtung. So einfach der Grundſatz iſt, auf welchem der ganze Verſuch beruht, ſo erfordert die genaue Ausführung deſſelben doch beſondere Vorſichten, die ich jetzt erwähnen will. Das Gefäß A darf nicht zu groß und zu ſchwer ſeyn, um ſein Gewicht an einer feinen Wage mit aller Schärfe beſtimmen zu können. Das, deſſen ich mich bediente, war auf der Lampe ſehr dünn von Glas geblaſen, faßte etwas über 6 pariſer Cubikzolle und wog nicht völlig $1\frac{1}{4}$ Loth Cölln. M. Das Waſſer, welches man in das Gefäß bringt, muß ſehr reines deſtillirtes Waſſer ſeyn, damit es bey dem Verdampfen keinen Bodenſatz zurückläſſet, welcher das Gewicht vergrößern könnte. Indem man das Waſſer bis zur Trockne verkochen läſſet, muß man darauf ſehen, daß das Gefäß überall gleichförmig, und nicht zu ſtark erhitzt werde. Ich habe eine Argandiſche Lampe zu dieſem Verſuch am ſchicklichſten gefunden, über deren Rauchfang ich das Gefäß frey mit der Hand hielte, und es fleiſſig umwendete, damit das Waſſer nicht an der einen Stelle vertrocknete, indeß ſich die Dämpfe an einer andern kältern Stelle beſchlugen. Auf dieſe Weiſe brachte ich es dahin, daß alle ſichtbare Flüſſigkeit in demſelben Augenblick aus dem Gefäß verſchwand, in welchem der letzte Dampfhauch zur Oeffnung d heraus blies. Alsdann muß unverzüglich die Oeffnung mit einem in Bereitſchaft habenden Wachskügelchen verſchloſſen, und das Gefäß vom Feuer gebracht werden. Geſchähe dieſes nicht, ſo würden ſich die in dem Gefäß enthaltenen Waſſerdämpfe ſehr ſchnell über die Siedhitze erwärmen, und durch ihre vermehrte Expanſivkraft zum Theil aus dem Gefäß treten, und man würde ihr Gewicht an der Wage zu klein finden, oder eigentlich zu reden, man

würde

würde das ſpecifiſche Gewicht eines über die Siedhitze erwärmten Waſſerdampfes beſtimmen. So fand ich wirklich in einem meiner erſten Verſuche, wo ich noch nicht aufmerkſam genug auf dieſen Umſtand war, das Gewicht der Waſſerdämpfe dreymal geringer als das Gewicht der Luft, da doch die nachſtehenden Verſuche zeigen, daß es nicht über 1½mal geringer iſt. Schlöſſe man hingegen das Gefäß zu frühe, ehe alle ſichtbare Feuchtigkeit verdampfet iſt, ſo würde man das Gewicht der Dämpfe zu groß finden. Ich ſetze mehrere Verſuche hierher, welche ich zu verſchiedenen Zeiten auf die beſchriebene Weiſe angeſtellt habe, damit der geneigte Leſer ſelbſt von dem Grad der hierbey erreichbaren Genauigkeit urtheilen könne.

1ter Verſuch der Waſſerdpf.		1,81mal leichter als die Luft	
2ter Verſuch	—	—	1,71
3ter Verſuch	—	—	1,70
4ter Verſuch	—	—	1,75
Mittel	—	—	1,742

wofür ich als eine runde Zahl 1,75 ſchreibe. Da das Gewicht der Luft ſelbſt nicht zu allen Zeiten gleich groß iſt, ſo nehme ich nach meinen (in meiner Samml. phyſ mathem. Abhandlungen) darüber angeſtellten Verſuchen, das Gewicht der Luft im Mittel 840mal kleiner als das Gewicht des Waſſers bey einer Temperatur von 15° Reaum. Dies giebt den Dampf des ſiedend-heißen Waſſers 1470 mal leichter oder dünner als Waſſer. Der reine im leeren Raum bey geringern Temperaturen, als die Siedhitze iſt, gebildete Waſſerdampf iſt eine noch ungleich leichtere und dünnere elaſtiſche Flüſſigkeit. Dies haben mir meine ſo eben angeführte Verſuche augenſcheinlich bewieſen. Denn ſobald das Gefäß A, welches, ſo lange es die Temperatur der Siedhitze hat, ganz mit durchſichtigen Waſſerdämpfen angefüllt iſt und völlig trocken ſcheint, von dem Feuer kommt, ſo werden die innere Wände deſſelben durch niedergeſchlagene zerſetzte Dämpfe feucht,

und dieſe Feuchtigkeit nimmt mit der Erkältung des Gefäßes immer zu. Folglich müſſen die in dem Gefäß zurückbleibenden Dämpfe, da ſie bey den niedrigern Temperaturen immer weniger Waſſer aufgelöſet enthalten, auch immer dünner werden. Daß aber bey jeder Temperatur bis zur Eiskälte hin noch unzerſetzte Dämpfe zurückbleiben, erſiehet man, wenn es auch nicht ſchon aus den bereits angeführten Verſuchen über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe erhellte, ſehr augenſcheinlich, wenn man das Gefäß öffnet, denn in dieſem Augenblick werden alle noch übrige Dämpfe durch die plötzlich eindringende Luft zerſtöhret, und das niedergeſchlagene Waſſer rinnt in dicken Tropfen an den Wänden des Gefäßes herab. Erhitzt man den im Gefäß befindlichen Waſſerdampf über die Siedhitze, ſo findet man, wie ſchon angeführet, das ſpecifiſche Gewicht des Dampfes ebenfalls geringer. Dies rühret aber von einer andern Urſache her und widerſpricht der vorhergehenden Erſcheinung keineswegs. Sobald alle Feuchtigkeit im Gefäß in Dampf aufgelöſet iſt, und die Wirkung der Wärme dauert auf den bereits gebildeten Dampf fort, ſo vermehret ſich deſſen Expanſivkraft mit der Temperatur nach dem bereits vorgetragnen Geſetz. Kann der Dampf unter dieſen Umſtänden entweichen, ſo geſchieht dies in dem Maaß wie ſeine Expanſivkraft zunimmt. Hierdurch wird der zurückbleibende Dampf allerdings dünner, aber ſeine Waſſertheilchen entfernen ſich zugleich immer mehr von dem Punkt der Zerſetzung, oder der Dampf wird heißer, dünner und trockner. In jenem Fall hingegen, wo der bey der Siedhitze gebildete Waſſerdampf in verſchloſſenen Gefäßen einer immer kältern Temperatur ausgeſetzt wird, bleibt der Dampf ſtets auf dem Punkt ſeiner größten Dichte, welchen er nicht überſchreiten kann ohne ſich zu zerſetzen, und weil dieſe Dichte bey abnehmender Temperatur immer geringer wird, ſo muß ſich der Dampf zerſetzen und dünner werden.

Nach-

Digitized by Google

Nachdem ich die Dichte des ſiedend-heißen Waſſerdampfes durch directe Verſuche beſtimmt hatte, ſo war ich ſehr begierig die Dichte des Waſſerdampfes bey höhern Temperaturen zu erforſchen, wenn die Quelle des Dampfes (das ſiedende Waſſer) wie in dem papinianiſchen Topf oder den Dampfmaſchinen im Großen, ſtets fortdauert. Dies iſt wegen der Anwendung des Waſſerdampfes als bewegende Kraft bey Maſchinen von der gröſten Wichtigkeit, und nicht minder intereſſant für die Theorie der Dämpfe überhaupt. Hierdurch kann die ſchon oben berührte Frage entſchieden werden, ob die in verſchloſſenen Gefäßen mit der Temperatur ſchnell wachſende Expanſivkraft der Waſſerdämpfe, blos von der durch die Wärme vermehrten ſpecifiſchen Elaſtizität, oder von der immer zunehmenden Dichte des Dampfes, oder von beiden Urſachen zugleich herrühre. Da ich keine der vorangeführten Methoden, die Dichte des Waſſerdampfes im papinianiſchen Topf zu beſtimmen, anwenden konnte, ſo bediente ich mich des indirecten Weges: aus der Geſchwindigkeit des durch eine bekannte Expanſivkraft zu einer gegebenen Oeffnung herausſtröhmenden Waſſerdampfes auf ſeine Dichte zu ſchlieſſen. Man nenne a die gegebene Oeffnung, e die unveränderliche Expanſivkraft des eingeſchloſſenen Waſſerdampfes, d die Dichte des Dampfes in Vergleichung gegen die Dichte des Queckſilbers oder des Waſſers, je nachdem man e durch die Höhe einer Queckſilber- oder Waſſerſäule ausdruckt, ſo iſt $\frac{e}{d}$ die Höhe einer Dampfſäule von der Dichte d, deren Gewicht der Expanſivkraft des Dampfes gleich iſt. Hieraus folgt nach hydrauliſchen Geſetzen die Geſchwindigkeit des in den leeren Raum ſtröhmenden Dampfes $c = 2\sqrt{g\frac{e}{d}}$, wenn $2\sqrt{g}$ die Beſchleunigung der Schwere bedeutet. Dies giebt ferner die Maſſe des in einer gegebenen Zeit t durch die Oeffnung a ausſtröhmenden Dampfes $m = t\,a\,c\,d$

 $= t\,a$

$= t\, a\, 2 \sqrt{g\, e\, d}$. Für eine andere Expanſivkraft E und Dichte des Waſſerdampfes D findet man die in derſelben Zeit durch dieſelbe Oeffnung ſtröhmende Menge $M = t\, a\, 2 \sqrt{g\, E\, D}$. Daher $m : M = \sqrt{e\, d} : \sqrt{E\, D}$. Wenn der Waſſerdampf nicht in einem leeren Raum, ſondern in die Atmoſphäre ſtröhmt, ſo muß man für die bewegende Kraft des Dampfes nicht die wirkliche Expanſivkraft des eingeſchloſſenen Dampfes, ſondern den Unterſchied derſelben und des Drucks der Atmoſphäre ſetzen. Ferner iſt zu bedenken, daß der Dampfſtrahl, indem er die Luft in Bewegung ſetzen muß, Widerſtand findet; hierzu geſellt ſich die Reibung des Dampfes an der Oeffnung, und dergleichen mehr. Dieſer geſammte Widerſtand, insbeſondere aber der von der Luft herrührende, muß um deſto beträchtlicher ſeyn, je dünner der bewegte Dampf gegen die in Bewegung zu ſetzende Luftmaſſe iſt. Daher werden die durch Beobachtung gefundenen Werthe von m, M und c, C immer viel kleiner ausfallen, als ſie die Rechnung giebt. Indeſſen hat die Erfahrung wenigſtens bey dem Waſſer und andern tropfbaren Flüſſigkeiten gelehret, daß, wenn gleich die abſoluten Werthe von C und c beträchtlich kleiner als die berechneten ausfallen, doch ihr Verhältniß untereinander daſſelbe, und den Höhen des Drucks proportional bleibt. Dies auf die bewegten Dämpfe angewendet, ſo erhellet, daß man in der Proportion $m : M = \sqrt{e\, d} : \sqrt{E\, D}$ die durch Beobachtung gefundenen Werthe für m, M ſchreiben könne. Weiß man nun ferner e, E aus den beobachteten Temperaturen des ausſtröhmenden Dampfes, und einen der Werthe d, D durch einen directen Verſuch, (etwa d die Dichte des Dampfes bey der Siedhitze) ſo läßt ſich daraus der andere Werth berechnen. Wäre $d = D$, ſo iſt $m : M = \sqrt{e} : \sqrt{E}$. und für $e = E$ iſt $m : M = \sqrt{d} : \sqrt{D}$.

Die Verſuche zur Beſtimmung der Werthe von m, M habe ich mit dem Fig. 2. abgebildeten Apparat angeſtellt,

ſtellt, mit der Veränderung, daß ich das Gefäß d d mit der langen Barrometerröhre abſchraubte und den Dampf zur Oeffnung c herausſtröhmen ließ. Die cylindriſche Höhlung der Röhre b c, ſo wie die Durchbohrung des Hahns betrug ungefähr $\frac{3}{4}$ pariſer Linie im Durchmeſſer. Weil dieſe Oeffnung zu groß war, als daß ich den Dampf zu derſelben hätte ausſtröhmen laſſen können, ohne daß, auch bey immer fortwirkendem Feuer, die Temperatur des Dampfes im Topf ſich erniedrigte, ſo ließ ich die Oeffnung der Röhre c mit einer dünnen eiſernen Platte verlöthen, in deren Mitte ſich eine kreisförmige Oeffnung befand, welche 0,003 rhländ. Fuß im Durchmeſſer hatte. Bey dieſer kleinen Oeffnung habe ich es in den nachſtehenden Verſuchen dahin gebracht, daß durch eine zweckmäßige Behandlung des Feuers die Temperatur im Topf ſich während dem Ausſtröhmen der Dämpfe nicht merklich änderte. Kleine bis zu einem Grad gehende Schwankungen des Thermometers waren, beſonders bey der erſten Eröffnung des Hahnens, nicht ganz zu vermeiden. Ich nahm in dieſem Fall den mittlern Stand des Thermometers für die unveränderliche Temperatur an. Wenn ich den Topf ſowohl als das darinn enthaltene Waſſer durch vorläufiges Kochen hinlänglich von Luft gereinigt hatte, ſo verſchloß ich den Hahnen, und wog den ganzen Apparat auf einer ſcharfen Wage. Nun erhitzte ich den Topf ſo lange, bis das darin befindliche Thermometer etwa $\frac{1}{2}$ Grad über der Temperatur war, bey welcher ich die Dämpfe wollte ausſtröhmen laſſen, und öffnete den Hahnen. In dieſem Augenblick fiel das Thermometer gewöhnlich ſehr ſchnell um einen Grad, und mußte durch ſtarkes Anblaſen des Feuers wieder auf den Normalſtand zurückgebracht werden. Nachdem der Dampf zehen Minuten lang ausgeſtröhmt hatte, verſchloß ich den Hahnen, und wog den Apparat abermals, ſobald er auf die Temperatur zurückgekommen war, bey welcher das

 anfäng-

anfängliche Gewicht beſtimmt wurde. Die nachſtehenden Verſuche ſind diejenigen, welche ich für die richtigſten zu halten Urſach habe.

Erſter Verſuch.

Der Dampf ſtröhmte aus bey	$82\frac{1}{2}$° Wärme.
Expanſivkraft des Dampfes	31, 27 Zoll.
Barometerhöhe zur Zeit der Beobacht.	28, 25
Bewegende Kraft des Dampfes = e =	3, 02

Gewicht des Dampfes, welcher in Zeit von 10 Minuten ausſtröhmte = 3,906 Loth.

Zweyter Verſuch.

Der Dampf ſtröhmte aus bey	90° Wärme.
Expanſivkraft des Dampfes	43, 50 Zoll.
Barometerſtand	28, 33
Bewegende Kraft	15, 17
Gewicht des ausgeſtröhmten Dampfes	7,23 Loth.

Dritter Verſuch.

Der Dampf ſtröhmte aus bey	96° Wärme.
Expanſivkraft des Dampfes	56, 18 Zoll.
Barometerſtand	28, 25
Bewegende Kraft des Dampfes	27, 93

Gewicht des Dampfes, welcher in 10 Minuten ausſtröhmte 12,72 Loth.

Vierter Verſuch.

Der Dampf ſtröhmte aus bey	100° Wärme.
Expanſivkraft des Dampfes	66, 47 Zoll.
Barometerſtand	28, 10
Bewegende Kraft	38, 37
Gewicht des ausgeſtröhmten Dampfes	13, 81.

Aus dieſen Verſuchen laſſen ſich nach den oben angeführten Grundſätzen folgende Reſultate ziehen. Man ver-

vergleiche die in dem erſten Verſuch gefundenen Werthe, nach der Reihe mit den Werthen des zweyten, dritten und vierten Verſuchs, ſo erhält man aus dem

erſten und zweyten Verſuch

$$m : M = 1 : 1{,}86$$
$$\sqrt{e} : \sqrt{E} = 1 : 2{,}24$$

erſten und dritten Verſuch

$$m : M = 1 : 3{,}30$$
$$\sqrt{e} : \sqrt{E} = 1 : 3{,}04$$

erſten und vierten Verſuch

$$m : M = 1 : 3{,}54$$
$$\sqrt{e} : \sqrt{E} = 1 : 3{,}56.$$

Da in dieſen drey Fällen das Verhältniß $m : M$ dem Verhältniß $\sqrt{e} : \sqrt{E}$ nahe kommt, und die Abweichungen auf entgegengeſetzte Seiten fallen, ſo iſt nichts wahrſcheinlicher, als daß dieſe Abweichung blos von Fehlern in den Verſuchen herrühren, und das Verhältniß $m : M = \sqrt{e} : \sqrt{E}$ ſey, d. i. daß die Dichte des im papinianiſchen Topf eingeſchloſſenen Waſſerdampfes unveränderlich bleibe, und die Erhöhung der Temperatur blos eine Vermehrung der ſpecifiſchen Elaſtizität des ſchon gebildeten Dampfes bewirke. Dieſer Satz giebt zugleich Rechenſchaft von einigen merkwürdigen Erſcheinungen, welche man bey dem Erhitzen der Flüſſigkeiten im papinianiſchen Topf, oder überhaupt in verſchloſſenen, beſonders luftleeren, Gefäßen bemerkt, und erhält durch ſie eine neue Beſtätigung. In den erſten Augenblicken, wo man das Feuer unter ein ſolches luftleeres zum Theil mit Waſſer gefülltes Gefäß bringt, entſteht ein mit Aufwallen begleitetes wirkliches Kochen der Flüſſigkeit. Sobald dies aber eine Zeitlang gedauert und eben dadurch die Temperatur des ganzen Apparats ſich ſtufenweis er-

höhet hat, höret das Kochen auf, und die Flüſſigkeit bleibt ruhig, wenn gleich die Temperatur weit über den Siedpunct ſteigt Schafft man den eingeſchloſſenen über dem Waſſer gebildeten Dämpfen einen Ausweg, ſo fängt das Kochen von neuem an, und dauert nun ununterbrochen fort. Daher bemerkt man die Erſcheinungen der ruhigen Erhitzung der Flüſſigkeit gar nicht, oder wenigſtens viel ſpäter, wenn der Apparat, worin die Dämpfe eingeſchloſſen werden, ſehr groß, oder überhaupt ſo beſchaffen iſt, daß der vom Feuer entferntere Theil ſtets kälter bleibt, als der nähere, und eine beſtändige Deſtillation der Dämpfe innerhalb der Gefäße ſtatt finden kann. Dieſen Fall ausgenommen, wächſet die Temperatur des bereits gebildeten Dampfes eben ſo ſchnell, als die Temperatur des Waſſers, und die mit der höhern Temperatur immer zunehmende Expanſivkraft des Dampfes verhindert die neue Bildung deſſelben aus dem Waſſer, da, wie die nachſtehenden Verſuche über die latente Hitze des Dampfes beweiſen, ungleich mehr Wärme erforderlich iſt, aus Waſſer Dampf zu bilden, als die Temperatur und Expanſivkraft des bereits gebildeten Dampfes zu erhöhen. Hieraus erklärt ſich ferner die ſchon bemerkte Erſcheinung, daß die Dämpfe im papinianiſchen Topf mit der zunehmenden Hitze immer trockner werden, weil ſie ſich immer mehr von dem Punct ihrer größten Dichte entfernen, welche ſie bey der obwaltenden Temperatur, ohne ſich zu zerſetzen, annehmen können. Daher verbrennen die zur Verſchlieſſung bey den Schrauben gebrauchten Leder durch die Wirkung der heißen Dämpfe, wie durch die unmittelbare Wirkung des Feuers, und die dampfdichte Verſchlieſſung fällt endlich ſo ſchwer. Ich hätte ſehr gewünſcht, irgend eine hygroſcopiſche Subſtanz der Wirkung der Dämpfe im papinianiſchen Topf unmittelbar ausſetzen zu können, um ihren Gang zur Trockenheit mit der zunehmenden Temperatur genauer meſſen zu können.

Bis

Digitized by Google

Bis jetzt iſt es mir aber nicht geglückt, einen dazu ſchicklichen Körper aufzufinden. Setzt man nach dieſem Unterſuchungen die Dichte des im papinianiſchen Topfs eingeſchloſſenen Waſſerdampfes bey jeder Temperatur der gefundenen Dichte der ſiedend-heißen Waſſerdämpfe gleich, ſo läßt ſich die Menge m des in der Zeit t aus der Oeffnung a geſtröhmten Waſſerdampfes nach der Formel $m = ta2\sqrt{ged}$ berechnen, wenn man für die Buchſtaben $t = 10 . 60$ Secunden,

$a = 0{,}00066$ par. Quadratfuß,

$g = 15,$ par. Fuß,

$d = \frac{1}{1470}$ der Dichte des Waſſers $(= 1)$

und für e die in den Verſuchen 1.2 3.4 angegebenen Werthe in Fuß reduciret, und mit 13, 5.70 Pfund (der ſpecifiſchen Schwere des Queckſilbers in das Gewicht eines Cubikfußes Waſſers) multipliciret ſetzt. So finde ich für

m im erſten Verſuch 1,23 Pfund	=	39, 36 Loth.
Die Beobachtung gab nur	=	3,906 Loth.
m im zweyten Verſuch 2,765 Pf.	=	78,48 Loth.
Die Beobachtung gab	=	7,25 Loth.
m im dritten Verſuch 3,754 Pf.	=	120,128 Loth.
Die Beobachtung gab	=	12,72 Loth.
m im vierten Verſuch 4,4 Pf.	=	140,8 Loth.
Die Beobachtung gab	=	13,81 Loth.

Dividirt man die durch Beobachtung gefundenen Werthe in die durch Rechnung gefundenen, ſo ergeben ſich die folgenden Quotienten aus dem

erſten Verſuch	10,008
zweyten Verſuch	10,825
dritten Verſuch	9,444
vierten Verſuch	10,020
im Mittel	10,096

Da

Da der mittlere Quotient wenig von dem aus den einzelnen Beobachtungen abweicht, ſo läßt ſich hieraus die für die Ausübung wichtige Folge ziehen: man berechne aus der gegebenen bewegenden Kraft des Waſſerdampfes, ſeiner Dichte und der Größe der Oeffnung, nach hydrauliſchen Grundſätzen die in einer beſtimmten Zeit ausfahrende Menge deſſelben, und nehme hiervon den zehnten Theil, ſo hat man ohne großen Fehler die in derſelben Zeit wirklich herausfahrende Menge Dampf. Ich beſcheide mich zwar gerne, daß, da meine Verſuche nur im Kleinen angeſtellt worden ſind, man keine geometriſche Schärfe von ihrer Anwendung im Großen erwarten dürfe. Indeſſen bürgt mir doch ihre gute Uebereinſtimmung unter einander dafür, daß keine grobe Fehler dabey begangen worden ſind, und kleine Unvollkommenheiten wird man um ſo eher verzeihlich finden, da es, ſo viel ich weiß die erſten Verſuche ſind, durch directe Erfahrungen die Geſchwindigkeit, und die bewegende Kraft der Waſſerdämpfe bey verſchiedenen Temperaturen zu beſtimſtimmen.

Nach Boſſüt Hydrodynamik 2 B. S. 34 d. deutſchen Ueberſetzung verhält ſich die aus einer kleinen Oeffnung in einer dünnen Platte aus einem Gefäß bey unveränderlicher Waſſerhöhe auslaufende Menge von Waſſer zu der nach der Theorie berechneten = 5 : 8. Die vorſtehenden Verſuche geben unter ähnlichen Umſtänden die wirklich ausgeſtröhmten Mengen von Dampf zu den berechneten = 1 : 10. Woher rühret die große Verſchiedenheit in beiden Verhältniſſen? Es iſt bekannt, daß die Verminderung in der nach der Theorie berechneten Ausflußmenge des Waſſers, theils von der durch den Widerſtand der Luft verminderten Geſchwindigkeit, größtentheils aber von dem durch die Zuſammenziehung des Waſſerſtrahles gleichſam verengten Querſchnitt der Oeffnung

nung herrühren. Beide Urſachen wirken auch auf die Verminderung der Menge des ausgeſtröhmten Dampfes, aber in ſehr verſchiedenem Verhältniß. Hier beträgt die durch den Widerſtand der Luft verzögerte Geſchwindigkeit ungleich mehr, als die Verminderung durch die Verengung des Strahles. Daß eine Verengung des Dampfſtrahles wirklich ſtatt finde, hat mich der Augenſchein bey meinen Verſuchen gelehret, ſie war aber zu gering, und überhaupt der Querſchnitt der Oeffnung zu klein, als daß ich das Verhältniß der Zuſammenziehung hätte beſtimmen können. Die Wirkung des Widerſtandes der Luft war deſto augenfälliger. Der Dampfſtrahl blieb in dem erſten Verſuch, wo die bewegende Kraft durch eine Waſſerſäule von 3,4 Fuß dargeſtellt werden kann, kaum einen Zoll über der Mündung der Röhre beyſammen und undurchſichtig, von hieran verwandelte er ſich in einen ſichtbaren Nebel, welcher in einer Höhe von einem Fuß, alle Bewegung verlohren hatte, und in der Luft verſchwand. In dem vierten Verſuch, wo die bewegende Kraft durch eine Waſſerſäule von 43,2 Fuß dargeſtellt wird, betrug die Höhe des unſichtbaren Dampfſtrahles 6 — 8 Zoll, die Höhe des ſichtbaren Nebels 4 — 5 Fuß. Der Widerſtand, welchen die Luft dem ausſtröhmenden Dampf entgegenſetzt, rühret von zwey ganz verſchiedenen Urſachen her, wovon man die eine, welche in der Trägheit der Luft ihren Grund hat, den mechaniſchen, die andere, welche von der Ziehkraft der Luft gegen das Waſſer des zerſetzten Dampfes herrühret, den chemiſchen Widerſtand der Luft nennen könnte. Die letzte Art des Widerſtandes vermehret den erſten auſſerordentlich, weil ſie die Zerſetzung des Dampfes und ſeine Zertheilung befördert, wodurch die Oberfläche, welche der Dampf der zu bewegenden Luft darbietet, die ohnehin wegen der Dünnheit des Dampfes ſehr beträchtlich iſt, noch vergrößert wird. Aus dem großen Widerſtand, welchen die Luft der Bewegung

wegung des Waſſerdampfes entgegenſetzt, verbunden mit der geringen Maſſe des Dampfes, erkläret es ſich, warum ein aus einem verſchloſſenen Dampfbehälter mit großer Geſchwindigkeit in die Atmoſphäre fahrender Dampfſtrahl hier ſeine Bewegung ſo bald verlieret. Hieraus läßt ſich die für die Maſchinenlehre practiſche Folge ziehen, daß es nicht vortheilhaft ſey, den Stoß eines Dampfſtrahles gegen einen feſten Körper als bewegende Kraft an einer Maſchine (wie das Waſſer an einem unterſchlächtigen Rad) zu gebrauchen, indem $\frac{9}{10}$ von der Wirkung der angewendeten Kraft durch die Wirkung der Widerſtände verloren gehen und nur $\frac{1}{10}$ zur Bewegung der Maſchine dienet. Deſto vortheilhafter iſt es, die Expanſivkraft des Dampfes, als eine blos drückende Kraft, wie in den Dampfmaſchinen geſchieht, zur Erzeugung und Unterhaltung der Bewegung zu gebrauchen; weil man hier durch eine ſehr geringe Maſſe eine ganz auſſerordentliche Kraft hervorbringen kann. Die nachſtehenden Verſuche über die latente Hitze des Waſſerdampfes, verbunden mit den bereits angeführten über die Expanſivkraft deſſelben, werden zeigen, daß es viel vortheilhafter iſt, den Waſſerdampf bey hohen als bey niedrigen Temperaturen als bewegende Kraft an den Maſchinen zu gebrauchen.

Ehe ich von meinen Verſuchen über die latente Hitze des Waſſerdampfes rede, muß ich mich beſtimmt erklären, was ich unter latenter Hitze des Waſſerdampfes verſtehe. Aus dem, was ich zu Anfang dieſer Abhandlung von der delücciſchen Theorie der Dämpfe geſagt habe, erhellet, daß der Waſſerdampf aus der Vereinigung des Waſſers mit den Theilchen des Feuers oder der Wärme entſtehe. Durch die Stoßkraft und ſchnelle Bewegung der letztern erhalten die trägen und ſchweren Waſſertheilchen, indem ihre Cohäſion überwunden wird, eine ähnliche,

nur

nur minder ſchnelle, Bewegung, als die freien Feuertheilchen, wodurch eigentlich die Umänderung der tropfbar flüſſigen in die elaſtiſch flüſſige Form bewirkt wird. Hieraus folgt, daß jene Feuertheilchen, welche mit den Waſſertheilchen in Verbindung treten, mit ihrer freien Bewegung auch ihr Beſtreben in die benachbarten Körper einzudringen und Temperaturerhöhung zu bewirken, verlieren müſſen. Man ſagt daher, ſie würden für die Anzeige des Thermometers latent. Auſſer dieſer latenten Wärme befinden ſich in dem Dampf nach Beſchaffenheit ſeiner Temperatur mehr oder weniger freye Feuertheilchen, welche in den Zwiſchenräumchen des Dampfes circuliren, ſeine Theilchen von einander entfernen und eben dadurch Erhöhung der Temperatur und Expanſivkraft des Dampfes bewirken. Die freien Feuertheilchen dienen ſelbſt zur Erhaltung des Dampfes, denn ſobald ſie durch die Wirkung eines umgebenden kältern Mittels in zu großer Menge entweichen, überſchreiten die Dampftheilchen den Punct ihrer größten Annäherung, die Cohäſion des Waſſers wird überwiegend, ein Theil des Dampfes zerſetzt ſich, und ſeine latente Wärme wird frey; wie dies bereits in der oben erwähnten Theorie der Waſſerdämpfe, als eine Urſache der Zerſetzung angegeben worden iſt. Hieraus erhellet, daß man, um die latente Hitze des Dampfes zu beſtimmen, unterſuchen müſſe, welche Temperaturerhöhung er an dem Thermometer und den umgebenden Körpern in dem Augenblick ſeiner Zerſetzung hervorbringe. Watt hat nach Deluc (in ſeinen neuen Ideen über die Metereologie. 1 Th. S. 174. f.) die latente Hitze des Waſſersdampfes bey der Siedhitze zu beſtimmen geſucht, indem er die Dämpfe des kochenden Waſſers aus einem verſchloſſenen Dampfkeſſel durch eine Röhre in ein mit kaltem Waſſer angefülltes Gefäß ſtreichen ließ, und die Temperaturerhöhung bemerkte, welche der übergegangene Dampf in einer beſtimmten Menge

Waſſer

Waſſer hervorbrachte. Watt fand ein Mittel aus mehrern Verſuchen, daß, wenn die latente Hitze des ſiedendheißen Waſſerdampfes plötzlich frei würde, oder der Dampf ſich in Waſſer verwandelte, er eine Temperaturerhöhung von 943° Fahrenheit 419⅓° Reaum. hervorbringen würde. Ich wählte zur Zerſetzung des Waſſerdampfes, und zur Beſtimmung der dadurch frey werdenden Wärme, ſtatt des Waſſers, das Eis. Denn erſtens werden die Waſſerdämpfe durch das Eis viel ſchneller zerſetzt, als durch das Waſſer, beſonders wenn ſeine Temperatur ſchon beträchtlich erhöht iſt, und es zerſtreuet ſich weniger Wärme in die umgebenden Körper. Ueberdieß läßt ſich die Menge der aus dem zerſetzten Dampf freywerdenden Wärme durch die Quantität des geſchmolzenen Eiſes viel genauer, als durch die Temperaturerhöhung des Waſſers meſſen, weil dieſe Flüſſigkeit ungleiche Aenderungen in der Temperatur bey gleichen Zunahmen der Wärme zeigt. Wenigſtens habe ich auf die Art, wie ich meine Verſuche anſtellte, das Verfahren einfacher, und die vielen Correctionen, welche bey der Wattiſchen Methode nöthig ſind, entbehrlich gemacht. Ich bediente mich des Fig. 2. abgebildeten Apparats, indem ich, ſtatt des Queckſilbergefäßes d d mit der Barometerröhre, eine mit doppelten Hälſen verſehene Glaskugel (Fig. 6.) auf die Röhre c brachte. Die beiden Hälſe der Kugel wurden mit Korkſtopfen verſchloſſen, der untere war durchbohret, und diente die Röhre c des papinianiſchen Topfes aufzunehmen, der obere um die Kugel, mit gröblich zerſtoſſenem Eis, deſſen Gewicht genau beſtimmt wurde, zu füllen. Ich brachte die Kugel mit dem Eis zuerſt in dem Augenblick auf den Topf, da dieſer ſchon hinlänglich erhitzt, und von Luft gereinigt war. Hierauf öffnete ich augenblicklich den Hahnen und ließ den Dampf bey einem beſtimmten Grad des Thermometers im Topf, das ich während dem Verſuch beobachtete, in die mit Eis

ge-

gefüllte Kugel überſtröhmen, dabey erhielt ich den Apparat durch gelindes Klopfen in ſteter Bewegung. Sobald alles Eis geſchmolzen war, wog ich die Menge des erhaltnen Waſſers, und beſtimmte dadurch die Menge des übergegangnen Dampfes. Um die von den Kohlen unter dem Topf herkommende freye Wärme von der Kugel abzuhalten, brachte ich um dieſelbe einen Trichter von Pappdeckel, den ich mit zerſtoſſenem Eis füllte. Ueberdieß brauchte ich die Vorſicht, meine Verſuche, die ohnehin nur kurze Zeit dauerten, in einem kalten Zimmer, deſſen Temperatur wenig von der Eiskälte verſchieden war, anzuſtellen. Folgendes ſind die Reſultate meiner Verſuche.

Erſter Verſuch. 8 Loth Eis erforderten zu ihrer Schmelzung 1,133 Loth Dampf, welcher bey einer Temperatur von 82° Reaum. überſtröhmte.

Im zweyten Verſuch, wo der Dampf bey 93° überſtröhmte, ſchmolzen 1,125 Loth Dampf 8,156 Loth Eis.

Im dritten Verſuch wurden durch 1,343 Loth 100° heißen Waſſerdampf 9,875° Loth Eis geſchmolzen. Ich berechne aus dieſen Verſuchen die latente Hitze des Waſſerdampfes, indem ich nach dem Wilkenſchen Verſuch die Menge von Eis beſtimme, welche der übergegangne Dampf geſchmolzen haben würde, wenn er bey gleicher Temperatur die Capazität des Waſſers für die Wärme gehabt hätte. So finde ich aus der Proportion $62° : 82° = 1{,}133 : 1{,}5$, daß 1,133 Loth 82° heißes Waſſer 1,5 Loth Eis ſchmelzen würden. Da nun eben ſo viel Dampf von gleicher Temperatur nach dem erſten Verſuch 8 Loth Eis geſchmolzen hat, ſo iſt die Wärme des 82° heißen Dampfes $\frac{8}{1{,}5} = 5\frac{1}{3}$ mal größer, als die Wärme des Waſſers von gleicher Temperatur, oder die geſammte Hitze des Waſſerdampfes bey 82° beträgt, wenn ſie frey wird $437\frac{1}{3}°$. Ganz auf ähnliche Weiſe finde ich aus dem zweyten Verſuch den

93° heißen Waſſerdampf $4\frac{5}{6}$ mal heißer, als Waſſer von gleicher Temperatur, oder die geſammte Hitze des Dampfes = $4\frac{5}{6} \cdot 93 = 449\frac{1}{2}$°.

Eben ſo ergiebt ſich die geſammte Hitze des Waſſerdampfes von 100° Temperatur 4,55 mal heißer als Waſſer von 100° = 455°. Man ziehe von jeder in den drey Verſuchen gefundnen Hitze des Waſſerdampfes die Erhöhung der Temperatur über 80° Grad ab, ſo erhält man für die geſammte Wärme des ſiedheißen Dampfes aus dem erſten Verſuch $437\frac{1}{3} - 2 = 435\frac{1}{3}$°, aus dem zweyten Verſuch $449\frac{1}{2} - 13 = 436\frac{1}{2}$°, aus dem dritten Verſuch 455 — 20 = 435°.

Die kleinen Abweichungen ſind blos den unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Verſuche zuzuſchreiben, und es folgt aus dieſer Uebereinſtimmung, daß die latente Hitze des im papinianiſchen Topfs eingeſchloſſenen Waſſerdampfes bey Temperaturen über der Siedhitze nicht größer iſt, als die latente Hitze des ſiedheißen Waſſerdampfes. Dies iſt der Satz, auf welchen ich vornen als eine Beſtätigung der Behauptung hingewieſen habe, daß die Vermehrung der Expanſivkraft des Waſſerdampfes im papinianiſchen Topf nicht der Verdichtung, ſondern blos der durch die Wärme vermehrten ſpecifiſchen Elaſtizität des Dampfes zuzuſchreiben ſey. Denn würde der Dampf bey den höhern Temperaturen merklich dichter, ſo müßte auch ſeine latente Hitze zunehmen. Ferner erhellet aus dieſen Verſuchen, daß die Capacität des Waſſerdampfes für die zu ſeiner Temperaturerhöhung dienende freye Wärme nicht merklich von der Capazität des Waſſers verſchieden ſey. Dürfte man dieſen Satz auch auf den unter der Siedhitze gebildeten Waſſerdampf bis zur Temperatur der Eiskälte ausdehnen, ſo würde daraus folgen, daß die latente Hitze des eiskalten Waſſerdampfes = 436° — 80° = 350° noch über viermal

größer

Digitized by Google

größer ſey, als die Hitze des ſiedenden Waſſers. Ich verſuchte es, dieſen Satz an den im Vacuum der Luftpumpe gebildeten Waſſerdämpfen durch Erfahrung zu prüfen, und ſetzte in dieſer Abſicht die obere Oeffnung der mit Eis gefüllten Glaskugel mit der Luftpumpe in Verbindung, und evacuirte ſie. Hierauf ließ ich die Waſſerdämpfe, wie in den vorhergehenden Verſuchen, überſtröhmen und verſchloß den Hahn des Topfes, ſobald alles Eis geſchmolzen war. Da bey den Ueberſtröhmen des Dampfes das Barometer der Luftpumpe ſchnell ſtieg, ſo war dies ein Beweis, daß ſich ein Theil der Dämpfe in den leeren Raum der Pumpe begab, und ich mußte fort evacuiren, damit ſich die Siedhitze des Waſſers und des überſtrömenden Dampfes wegen des zunehmenden Drucks nicht vermehrte. Dies machte aber die genaue Beſtimmung des zur Schmelzung des Eiſes nöthigen Dampfes ſehr ſchwierig, und ich zähle daher ſelbſt nicht viel auf die Genauigkeit der Verſuche. Im Mittel aus einigen Verſuchen fand ich, daß 1 Loth von 50° heißem Waſſerdampf $5\frac{1}{4}$ Loth Eis ſchmolzen. Dies gäbe den Dampf bey 50° 7,2mal heißer, als Waſſer von gleicher Temperatur, alſo für die geſammte Hitze des Dampfes bey 50° = 360°, beträchtlich geringer, als aus den vorigen Verſuchen, wenn man von der geſammten Wärme des ſiedheißen Dampfes = 436 den Unterſchied der Temperatur = 30° abzieht, aber immer noch über viermal größer, als die Hitze des ſiedenden Waſſers.

Ich kann nicht umhin, eine für die practiſche Mechanik wichtige Folge dieſer Verſuche hier zu bemerken. Es iſt bekannt, daß, wenn man ſich der Expanſivkraft des Waſſerdampfes, wie bey den Feuermaſchinen, als bewegender Kraft bedienet, die Größe dieſer Kraft aus der Grundfläche des beweglichen Kolbens, worauf ſie wirkt, multipliciret in die Höhe der Queckſilberſäule, welche ſie balanciret, geſchätzt werde. Man kann daher

 die

die bewegende Kraft des Dampfes bey dieſen Maſchinen ſowohl durch die Vergrößerung der Grundfläche des Kolbens, bey ungeänderter Temperatur, als auch durch die Vermehrung der Expanſivkraft des Dampfes, bey ungeänderter Kolbenfläche, erhalten. Es frägt ſich, welche Veränderung in Hinſicht der dadurch verurſachten Feuerungskoſten die vortheilhafteſte ſey? Dieſe Frage läßt ſich aus den vorſtehenden Verſuchen mit der größten Beſtimmtheit beantworten. Die Grundfläche des Kolbens heiße a^2, und der Dampf bewirke das Kolbenſpiel bey einer Temperatur von 80°, ſo wird die Größe der bewegenden Kraft durch $a^2 . 28$ vorgeſtellt. Soll dieſe verdoppelt werden, ſo hat man $2 a^2 . 28$, welches man durch die Verdoppelung der Grundfläche $= 2 a^2$ oder durch Verdoppelung der Expanſivkraft des Dampfes $= 2 . 28$ erhalten kann. Sowohl bey der einen, als bey der andern Veränderung ſetze ich die Höhe des Kolbenſpieles unveränderlich. Unter dieſer Vorausſetzung wird die zu einem Kolbenſpiel nöthige Menge Dampf bey der Verdoppelung der Grundfläche auch doppelt ſo groß, und die Feuerungskoſten wachſen in demſelben Verhältniß; den Verluſt der Wärme an die umgebenden Körper nicht gerechnet. Wollte man die Expanſivkraft des Dampfes bey unveränderter Kolbenfläche verdoppeln, ſo darf man nur die Temperatur des Waſſerdampfes bis zu 96°, das iſt, um 16 erhöhen. Die hierzu nöthigen Feuerungskoſten verhalten ſich zur Vermehrung der vorhin gefundnen, wie die Erhebung der Temperatur zur geſammten Hitze des ſiedheißen Dampfes $= 16 : 436 = 1 : 27\frac{1}{4}$. Ein ſehr beträchtlicher Unterſchied, welcher bey höhern Temperaturen des Dampfes immer größer wird. Bey einer dreyfach vermehrten Kraft würde das Verhältniß wie $26 : 2 . 436 = 1 : 33\frac{7}{13}$ ſeyn. Hieraus folgt der allgemeine Grundſatz, daß es in Rückſicht der Feuerungskoſten vortheilhafter iſt, die Dämpfe in den

Dampf=

Dampfmaſchinen bey höhern als bey niedrigen Temperaturen wirken zu laſſen. Doch ſetzt die immer ſchwerer werdende Verſchlieſſung der heißern Dämpfe und die erforderliche größere Stärke der Theile der Maſchinen der Anwendung dieſes Grundſatzes beſtimmte Gränzen. Auch iſt zu bemerken, daß der Verluſt der Wärme an die umgebenden kältern Körper mit der erhöhten Temperatur des Dampfes wächſet. Dem ungeachtet bin ich feſt überzeugt, daß dieſe Lehren dereinſt zu ſehr wichtigen Verbeſſerungen der Dampfmaſchinen im Großen führen werden, ſo wie man gegenwärtig ſchon die Wirkung dieſer Maſchinen blos dadurch ſehr vermehret hat, daß man die Zerſetzung des Dampfes in den Cylinder, und die dadurch bewirkte Erkältung, welche bey dem wiederhohlten Aufgehen des Kolbens eine Menge ſchon gebildeten Dampfes verzehrte, entfernt hat.

Ich komme nun auf den mir anfänglich vorgeſetzten Endzweck, die Prüfung der Delucciſchen Theorie der Waſſerdämpfe, zurück. Es iſt aber wohl unnöthig, die vollkommne Uebereinſtimmung meiner Verſuche mit dieſer Theorie, da ſie von ſelbſt erhellet, noch beſonders bemerklich zu machen. Nur der von deLuc aufgeſtellte Satz, daß ſich die Waſſerdämpfe blos mechaniſch mit der Luft vermiſchen, und in dieſer Miſchung nichts von ihren auszeichnenden Eigenſchaften verlieren, verdienet um ſo mehr eine nähere Prüfung, da er auf die ſehr beſtrittene Frage führet: löſet die Luft das Waſſer unmittelbar oder als Dampf chemiſch auf, und was entſteht aus dieſer Auflöſung? In dieſer Hinſicht war mir beſonders die Unterſuchung der Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes wichtig. Ich verſpare die Erzählung meiner hierüber angeſtellten Verſuche für eine beſondere Abhandlung.

G. G. Schmidt.

2.

Ueber die Ausdehnung der trockenen und feuchten Luft durch die Wärme, und die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen.

Es iſt wohl kein Zweig der Naturlehre, worüber die Meinungen der Naturforſcher mehr getheilet ſind, als die Frage, woher rühret die Feuchtigkeit der Luft und in welchem Zuſtande befindet ſich das Waſſer in der Luft? Ich habe bereits in meiner vorhergehenden Abhandlung über die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfs die De luciſche Meinung erwähnet, welche die Phänomene der Feuchtigkeit unabhängig von der Luft aus den mit der Atmoſphäre mechaniſch vermiſchten Waſſerdämpfen erkläret. De Luc gründet dieſe Behauptung insbeſondere auf zwey Thatſachen, die man wenigſtens nicht geradezu verwerfen darf. Die eine iſt die Uebereinſtimmung des Ganges des Hygrometers bey gleichen Temperaturen in verſchloſſenen Gefäßen, ſie mögen voll Luft oder luftleer ſeyn; die andere, die gleiche Expanſivkraft des Waſſerdampfes im Vacuo und in der Luft bey einerley Temperatur. Ueber die erſte Claſſe von Thatſachen hat de Lüc ſelbſt in Verbindung mit Smeaton eine Reihe ſehr ſchätzbarer Erfahrungen angeſtellt. (Philoſ. Tranſ. 1792. Grens Journal der Phyſik.) Die andere Behauptung ſtützt de Lüc auf die Vergleichung des Sauſſüriſchen Verſuchs über die Vermehrung der Elaſtizität der eingeſchloſ-

ſchloſſenen Luft durch die Waſſerdämpfe, verbunden mit einigen von Lavoiſier und de la Place angeſtellten Erfahrungen. Dieſe Naturforſcher ließen einige Tropfen Waſſer durch das Queckſilber in den leeren Raum des Barometers ſteigen, und fanden, indem das Waſſer darin verdunſtete, daß die Queckſilberſäule bey einer Temperatur von 12 — 15 Grad um 6 Linien herunterſank, welches ziemlich mit der Sauſſüriſchen Erfahrung übereinſtimmt. Indeſſen bemerkte de Luc ſelbſt, daß dieſe Verſuche noch unvollkommen ſeyen, und ich habe bereits in meiner Abhandlung über die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes einige Zweifel gegen den Sauſſüriſchen Verſuch vorgetragen. Hier werde ich die Verſuche, welche ich über die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes angeſtellt habe, umſtändlich erzählen. Ich bediente mich dazu des in der oben erwähnten Abhandlung ſchon beſchriebenen Dampfelaſtizitätsmeſſers von Cyarci, weil man es bey dieſem Werkzeug in ſeiner Gewalt hat, die in den untern Gefäßen enthaltene Luft ganz oder zum Theil durch die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe zu vertreiben, je nachdem man das Kochen des Waſſers in der Phiole eine längere oder kürzere Zeit dauern läſſet. Im Ganzen genommen verfuhr ich bey der Anſtellung meiner Verſuche folgendermaßen. Nachdem ich die Gefäße des Dampfelaſtizitätsmeſſers bis auf einen gewiſſen Grad von Luft evacuiret und wieder verſchloſſen hatte, brachte ich ſie in ein bis zum Kochen erhitztes Waſſerbad, und beobachtete den Stand des Barometers und Thermometers, indem ich das Waſſerbad durch Miſchungen nach und nach bis zur 0° Temperatur herab erkältete. Die Beobachtungen gaben unmittelbar die Expanſivkraft der in den Gefäßen des Elaſtizitätsmeſſers eingeſchloſſenen Luft, und des Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen. Hiervon die Elaſtizität der trocknen Luft bey gleichen Temperaturen abgezogen, blieb die Expanſivkraft

des mit der Luft vermiſchten Waſſerdampfes übrig. Ich mußte daher die Vermehrung der ſpecifiſchen Elaſtizität der Luft durch die Wärme in verſchloſſenen Gefäßen genau kennen. Dies führte mich auf die vorläufige Unterſuchung von der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, da nirgends die Reſultate der Beobachtungen verſchiedener Naturforſcher mehr von einander abweichen, als in dieſem Punkt. Ich ſetze zur Vergleichung die ältere Beobachtungen aus Gehlers phyſikaliſchen Wörterbuch hierher.

Raum der Luft

	Beym Eispunkt.		Beym Siedpunkt.
nach Amontons ſ	1,000	—	1,400
Lambert ſ	1,000	—	1,375
De Luc ſ	1,000	—	1,403
Schuckburg ſ	1,000	—	1,4374
Roy ſ	1,000	—	1,48421
Kramp ſ	1,000	—	1,381
de Sauſſüre ſ	1,000	—	1,339
Vandermonde, Bertholet und Monge ſ	1,000	—	1,4328
Prieſtley ſ	1,000	—	1,9375

Die große Verſchiedenheit in den Angaben der Naturforſcher bewog Herrn de Morveau (Guiton) durch Düvernois (Prieur) neue Verſuche über dieſen Gegenſtand anzuſtellen. Düvernois bediente ſich zu ſeinen Verſuchen (man ſehe Annales de chimie T. I, Grens Journal der Phyſik 1. B.) einer gläſernen Phiole mit gekrümmtem Hals, die er in einem Waſſerbade von der Eiskälte bis zur Siedhitze erwärmte. Die Oeffnung des Schnabels der Phiole trat in einen mit Queckſilber gefüllten Recipienten, welcher die durch die Würkung der Wärme aus der Phiole getriebene Luft aufnahm. Der Raum der übergegangenen Luft wurde bey

der

der Eiskälte gemeſſen, und gab, verglichen mit dem Raum der Phiole, die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, deren Grad durch ein in dem Waſſerbad ſtehendes Thermometer beſtimmt wurde. Dúvernois ſchränkte ſeine Beobachtungen auf Zwiſchenräume von 20 zu 20 Graden des reaum. Thermometers ein, und fand die Vermehrung des Raums der atmoſphäriſchen Luft

von	0°	—	20°	=	0, 0789
	0°	—	40°	=	0, 2570
	0°	—	60°	=	0, 6574
	0°	—	80°	=	0, 9368.

Das Barometer ſtand zur Zeit der Beobachtung 26 Zoll, 9, 5 Linien, das Thermometer in der Luft — 4°, das Hygrometer von Sauſſúre 83½°. Dúvernois Beobachtungen ſind um deſto merkwürdiger, nicht blos weil ſie von den ältern Angaben über die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, die einzige Priſtleyiſche ausgenommen, ſehr abweichen, ſondern weil ſie eine ungleichförmige, mit der Temperatur wachſende Ausdehnuug der Luft durch die Wärme zeigen, da man bisher faſt allgemein nach den Behauptungen von Amontons und Lambert die Ausdehnung der Luft den Unterſchieden der Wärme proportional ſetzte. Dúvernois hat auf eine ähnliche Weiſe die Ausdehnungen der Lebensluft, des Stickgaſes, des Waſſerſtoffgaſes, der Salpeterluft, der Luftſäure, und des Ammoniakgaſes unterſucht. Prony hat in dem zweyten Theil ſeiner nouvelle Architecture hydraulique ſeine Näherungsmethode auf die von Dúvernois angeſtellten Beobachtungen angewendet, und vermittelſt derſelben eine Tafel berechnet, welche die Ausdehnungen der ſieben oben erwähnten Luftarten durch die Wärme von Grad zu Grad, von 0 bis hundertſten Grad des reaumúriſchen Thermometers enthält. Dieſe Tafel gewähret unſtreitig eine ſehr große Bequemlichkeit, und es iſt, beſonders da ſie das Anſehen eines ſolchen Mannes

 für

für ſich hat, nichts wahrſcheinlicher, als daß man ſich ihrer ſehr häufig in phyſiſchen und mathematiſchen Schriften zur Beſtimmung der Ausdehnungen der Gasarten durch die Wärme bedienen werde. Aber eben aus dieſem Grunde ſchien es mir um ſo nöthiger, die Thatſachen, worauf ſich die Pronyſchen Rechnungen gründen, mit aller Strenge zu prüfen, damit nicht aus einer vielleicht auf falſche Vorausſetzungen gegründeten Rechnung eine Quelle von Irrthümern entſtehe, die ſich leicht über ganze Zweige der Naturlehre verbreiten könnte.

Gegenwärtig ſchränke ich mich blos auf die Beſtimmung der Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft durch die Wärme ein. Ich hoffe aber, nach und nach den Naturforſchern ähnliche Unterſuchungen über die verſchiedenen Gasarten vorlegen zu können. Vorläufig muß ich auf einen Umſtand aufmerkſam machen, welcher bey der Beſtimmung der Ausdehnungen der Luft durch die Wärme von der größten Wichtigkeit iſt. Dies iſt die Frage, was für einen Einfluß hat die zu verſchiedenen Zeiten der atmoſphäriſchen Luft mehr und weniger beygemiſchte Feuchtigkeit auf die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, und darf man eine ſolche feuchte Luft bey den Verſuchen, die zur Beſtimmung des Geſetzes der Ausdehnbarkeit der Luft durch die Wärme dienen ſollen, zum Grunde legen? Aus den über die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen angeſtellten Beobachtungen, wird es ſchon höchſt wahrſcheinlich, daß auch der mit der Luft vermiſchte Waſſerdampf, bey zunehmender Temperatur die Elaſtizität einer in Gefäßen eingeſchloſſenen Luft, und folglich die Ausdehnung durch die Wärme bey offnen Gefäßen, oder im Freyen, beträchtlich vermehren werde. So lange man daher den Einfluß der Waſſerdämpfe auf die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme nicht kennet, ſo lehren alle Verſuche, welche man

man hierüber mit einer feuchten Luft angeſtellt hat, ſo viel als gar nichts, und es erhellet, daß man ſich zur Beſtimmung des Geſetzes der Ausdehnung der Luft durch die Wärme einer völlig trocknen Luft bedienen müſſe. Die nachſtehenden Verſuche ſetzen dieſe Behauptung auſſer allem Zweifel. Ich bediente mich dazu einer hohlen meſſingenen Kugel c (Fig. 1. T. II.) von zwey pariſer Zoll Durchſer im Lichten. In den Hals der Kugel b iſt ein Schraubengewinde eingeſchnitten, in das ſich der mit einem flachen Anſatz verſehene Stöpſel a ſchraubt. Zwiſchen den Anſatz des Stöpſels und die obere Fläche des Halſes der Kugel wurde zur beſſern Verſchlieſſung ein feuchtes Leder gebracht. Die Ausdehnung der Luft durch die Wärme zu beſtimmen, ſetzte ich die geöffnete Kugel in eine kleine Sandkapelle über die Argandiſche Lampe, und ein bis zur Siedhitze des Queckſilbers gehendes Thermometer in die Kugel. Ich moderirte die Flamme der Lampe, ſo daß das Queckſilber im Thermometer nur langſam in die Höhe ſtieg, und ſobald es den Grad erreicht hatte, bis zu welchem ich die Kugel erhitzen wollte, brachte ich das Thermometer aus der Kugel, verſchloß ſie luftdicht, und ſteckte ſie eilends mit umgewendetem Hals in Waſſer, das durch vorgängiges Kochen von ſeiner Luft befreyet worden war. Erſt wann die Kugel unter dem Waſſer erkaltet war, öffnete ich die Schraube, und ließ durch den Druck der Atmoſphäre das Waſſer in die Kugel treten, indem ich den ganzen Apparat nach und nach bis zur Eiskälte durch zugemiſchten Schnee brachte. Der Unterſchied zwiſchen dem Gewicht des durch den Weggang der Luft in die Kugel getretenen Waſſers und dem Gewicht von Waſſer, das den ganzen Raum der Kugel bey der Temperatur der Eiskälte erfüllet, im Verhältniß gegen das ganze zuletzt genannte Gewicht, gab das Verhältniß des Raums der Luft bey der Eiskälte zum Raum der Luft bey dem beobachteten Thermometergrad. Ich ſtellte auf dieſe Weiſe zwey

Reihen von Verſuchen, mit trockener und mit feuchter Luft an. Die trockene Luft erhielt ich, indem ich die Kugel vor dem Verſuch mit Potaſche auf einem heißen Ofen austrocknete; die feuchte Luft, indem ich die Kugel voll Waſſer füllte, das Waſſer ausgoß und die Kugel eine Zeitlang verſchloſſen ſtehen ließ, damit die an den Wänden zurückgebliebene Feuchtigkeit Zeit hatte, ſich mit der in der Kugel befindlichen Luft zu vermiſchen.

Nachſtehendes enthält die Reſultate dieſer Verſuche, das Volumen der Luft bey der Eiskälte = 1 geſetzt

Wärmegrad.	Raum der trocknen Luft.	Raum der feuchten Luft.
0°	1,000	1,000
40°	———	1,42
80°	1,523	2,3
120°	1,711	2,00
160°	1,93	1,90
200°	2,024	2,075.

Die Werthe dieſer Tafel bieten, ſo irregulär ſie anfänglich ſcheinen, merkwürdige Phänomene dar. Erſtens erhellet, daß die Unterſchiede der Ausdehnungen der trocknen Luft in den höhern Temperaturen gegen die Unterſchiede der Wärme keineswegs wachſend, ſondern vielmehr abnehmend ſind, da doch, wenn nach den Verſuchen von Düvernois zu ſchlieſſen, eine mit der Temperatur wachſende Ausdehnbarkeit der Luft durch die Wärme ſtatt fände, dieſe bey den höhern Wärmegraden erſt recht ſichtbar hätte werden müſſen. Ferner erhellet aus der Vergleichung der Räume der feuchten und trocknen Luft bey gleichen Temperaturen, daß die erſtern bis zu 120° beträchtlich größer als die letztern, hingegen beide bis auf kleine Abweichungen, in den höhern Temperaturen von 160 und 200 Grad gleich ſind. Es iſt nichts natürlicher, als die Ueberſchüſſe der Ausdehnungen

der

der feuchten Luft über die trockene der Wirkung der Waſſerdämpfe zuzuſchreiben. Warum wurden aber die Räume der feuchten und trocknen Luft bey 160 und 200 Grad des Thermometers wieder einander gleich, und warum fand überhaupt bey 80 Grad die größte Ausdehnung der feuchten Luft durch die Wärme ſtatt? Dieſe beiden Fragen laſſen ſich ſchlechterdings nicht befriedigend beantworten, wenn man nicht die Art, wie die Feuchtigkeit in der Luft enthalten iſt, näher beſtimmt. Ich will annehmen das Waſſer ſey in der Luft wie in einem Menſtruo chemiſch aufgelöſet, und die Auflöſung beſitze eine größere Ausdehnbarkeit durch die Wärme, als das Auflöſungsmittel, ſo erkläret ſich daraus keinesweges, warum die Ausdehnbarkeit der Auflöſung über 80° wieder abnimmt, und warum der Raum der feuchten und trockenen Luft bey ſehr hohen Temperaturen wieder einander gleich werden. Beide Erſcheinungen erläutern ſich hingegen vollkommen, wenn man annimmt die, Feuchtigkeit ſey blos vermöge einer ſtarken phyſiſchen Adhäſion mit der Luft vereinigt, und verliere in dieſer Verbindung nicht ihre Eigenſchaft, durch die Wärme in Dampf aufgelöſet zu werden, welcher als ein beſonderes Fluidum eigenen Geſetzen folgt, und blos mechaniſch mit der Luft vermiſcht iſt. Denn, unter dieſer Vorausſetzung, erhellet aus den Geſetzen über die Expanſivkraft des Waſſerdampfes, daß derſelbe die Elaſtizität der Luft, und folglich auch ihre Ausdehnung bey zunehmender Wärme bis zur Siedhitze beträchtlich vermehren mußte. Sobald aber die Temperatur des Gefäßes dieſen Grad der Wärme zu überſchreiten anfieng, ſo trat der Waſſerdampf, deſſen Expanſivkraft nun nicht blos den Druck der Atmoſphäre, ſondern auch die Elaſtizität der erwärmten Luft immer mehr übertraf, vorzugsweiſe aus der Kugel, und die in derſelben zurückbleibende Luft gieng immer mehr zur Trockenheit, bis ſie bey 160° und 200° eben ſo trocken, als die

durch

durch Laugenſalz bey einer mäßigen Wärme getrocknete Luft war. Folglich mußten auch die Ausdehnungen der feuchten Luft über 80 Grad ſich den Ausdehnungen der trockenen Luft immer mehr nähern. Dieſe Verſuche bewieſen mir die Nothwendigkeit, beide Erſcheinungen, die Ausdehnung des Waſſerdampfes und die Ausdehnung der Luft, von einander zu trennen, das iſt eine völlig trockene Luft den Würkungen der Wärme zu unterwerfen. Hierzu ſchien mir der beſchriebene Apparat nicht der ſchicklichſte zu ſeyn, weil die ½ Zoll weite Oeffnung der Kugel mich beſorgen ließ, es möchte ſich während dem Verſuch, und beſonders indem das Thermometer aus der Kugel genommen wird, bis zur gänzlichen Verſchlieſſung derſelben, etwas atmoſphäriſche Luft mit der in der Kugel enthaltenen miſchen. Ich wählte daher anfänglich einen Apparat Fig. 2, welcher dem von Düvernois gebrauchten völlig ähnlich war. Er beſtand in einer kleinen gläſernen Phiole a mit einem gekrümmten engen Hals b; über die Oeffnung der Röhre wurde ein nach Cubikzollen graduirter Glascylinder dd geſtürzt, deſſen untere Mündung ſich in einer Schaale voll Queckſilber ee befand. Das Gefäß a wurde bey der Eiskälte mit trockener Luft gefüllt, und hierauf in einem Waſſerbad bis zur Siedhitze des Waſſers erwärmt.

Die Phiole enthielt 6 pariſer Cubikzolle Luft; davon giengen über

bey 20°	—	0,5	Cubikzoll
bey 40°	—	1,07	
bey 80°	—	2,00.	

Ich brauche nicht zu erinnern, daß die in dd bey der Temperatur der Eiskälte gemeſſenen Lufträume auf den Druck der Atmoſphäre reduciret werden mußten, weil die Luft in dem Cylinder dd ſich in einem ausgedehnten

Zu-

Zuſtande, vermöge der darunter ſtehenden Queckſilberſäule, befand.

Dies giebt die Ausdehnung der Luft, den Raum bey der Eiskälte = 1 geſetzt, für 20 Grad — 0, 0833
40 Grad — 0, 1800
80 Grad — 0, 3333.

Dieſe Werthe ſind von Düvernois gefundenen ausserordentlich verſchieden, und geben die Ausdehnungen der trockenen Luft den Unterſchieden der Wärme ohne merklichen Fehler proportional. Die angewendete Methode giebt zwar die Ausdehnungen der Luft etwas zu klein, weil die Temperatur in dem Gefäß a immer etwas geringer als des umgebenden Waſſerbades bleibt, (dieſer Unterſchied wird deſto beträchtlicher, je größer der Raum des Gefäßes a, und je dicker ſeine Seitenwand iſt), und weil wegen dem Druck und der Cohäſion des Queckſilbers in dem Gefäß e e die Elaſtizität der in a eingeſchloſſenen Luft immer etwas größer als der Druck der Atmoſphäre ſeyn muß, bevor Luft in dem Cylinder d d übergeht. Der letzte Umſtand ſetzt der Genauigkeit der Verſuche die meiſten Schwierigkeiten entgegen, denn er verurſacht ein ſtoßweiſes Uebergehn der Luft in den Cylinder d d. Da indeſſen die beiden genannten Urſachen denſelben, und einen noch größern Einfluß (wegen des größern Ballons) auf die Düvernoiſchen Verſuche haben mußten, ſo iſt der Unterſchied zwiſchen unſern Reſultaten blos der Feuchtigkeit der von Düvernois angewendeten Luft zuzuſchreiben. Die Art, wie ich die Luft in dem Ballon austrocknete, war folgende. Ich kittete die Oeffnung der Röhre b an eine bis zur Hälfte mit friſch geglühter Potaſche gefüllte Flaſche an, und ließ den Apparat einige Tage in dieſer Verbindung, indem ich von Zeit zu Zeit abwechſelnd, bald das Gefäß a, bald die Flaſche erwärmte, um den Luftzug in dem innern Raum der Gefäße zu befördern.

Um

Um die angezeigten Fehler der Düvernoiſiſchen Methode zu vermeiden, und die Ausdehnungen der trockznen Luft durch die Wärme ſo viel möglich ſcharf zu erhalten, bediente ich mich des erwähnten Dampfbarometers von Ciarcy auf die folgende Weiſe. Ich nahm die mit Waſſer gefüllte Phiole ganz weg, und brachte dafür in das Gefäß a Fig. 3. friſch geglühte Potaſche zu wiederhohltenmalen. Nachdem die Luft mehrere Tage hindurch auf dieſe Art in den Gefäßen a und b ausgetrocknet war, erwärmte ich die in den Gefäßen a und b eingeſchloſſenen Luft, bis das Queckſilber in dem langen Schenkel des Barometers beynahe wider dem Gewölbe des Glaſes ſtand. In dieſem Augenblick öffnete ich das Gefäß a, und verſchloß es alsbald wieder, nachdem ein Theil der in den Gefäßen a und b enthaltnen Luft in die Atmoſphäre entwichen war. Hierauf brachte ich den Apparat in ein erhitztes Waſſerbad, und beobachtete die Wärme und ſpeciſiſche Elaſtizität der eingeſchloſſenen Luft, indem ich das Waſſerbad nach und nach bis auf die Temperatur von 0° Reaum. erkältete. Die zunächſt folgenden drey Tafeln enthalten die Reſultate dieſer Verſuche. Die Räume der Luft bey den verſchiedenen Temperaturen ſind aus den ſpecifiſchen Elaſtizitäten berechnet worden, indem ich mit der ſpecifiſchen Elaſtizität der Luft bey der Eiskälte in die ſpecifiſche Elaſtizität bey den höhern Temperaturen dividirte.

Erſter

Erſter Verſuch

über die Ausdehnung der trocknen Luft vermittelſt des Elaſtizitätsmeſſers.

Temperatur nach Reaum.		Elaſtizität der eingeſchloſſenen Luft.		Raum der Luft, den Raum bey der Eiskälte = 1		Unterſchiede.
0°	—	24, 58 Zoll	—	1,0000		
15°	—	26, 07	—	1, 0606		
20°	—	26, 62	—	1, 0830	—	224
25°	—	27, 20	—	1, 1060	—	230
30°	—	27, 70	—	1, 1270	—	210
35°	—	28, 37	—	1, 1540		
40°	—	28, 95	—	1, 1780	—	270
45°	—	29, 45	—	1, 1980	—	200

Zweiter Verſuch

über die Ausdehnung der trockenen Luft vermittelſt des Elaſtizitätsmeſſers.

Temperatur nach Reaum.		Elaſtizität der eingeſchloſſenen Luft.		Raum der Luft, den Raum bey der Eiskälte = 1.		Unterſchiede.
0°	—	22, 35 Zoll	—	1, 0000		
40°	—	27, 26	—	1, 2197	—	389
45°	—	28, 13	—	1, 2586	—	408
50°	—	29, 04	—	1, 2994	—	357
55°	—	29, 84	—	1, 3351	—	412
60°	—	30, 76	—	1, 3763	—	313
65°	—	31, 46	—	1, 4076	—	184
70°	—	31, 87	—	1, 4260		

Anmerk. Bey der Temperatur der Eiskälte zeigte ſich nach dem Verſuch etwas Feuchtigkeitsbeſchlag in dem Halſe des Gefäßes b.

Digitized by Google

Dritter Verſuch,

über die Ausdehnung der trockenen Luft vermittelſt des Elaſtizitätsmeſſers.

Temperatur	Elaſtizität der eingeſchloſſenen Luft.	Raum der Luft, den Raum bey 0 = 1.	Unterſchiede.
0°	22,70	1,0000	
5°	23,20	1,0220	220
10°	23,70	1,0440	220
13°	24,13	1,0630	190
20°	24,68	1,0870	240
25°	25,13	1,1070	200
30°	25,67	1,1309	239
35°	26,20	1,1546	237
40°	26,77	1,1793	247
45°	27,33	1,2040	247
50°	27,92	1,2300	260
55°	28,50	1,2555	255
60°	29,04	1,2793	238
65°	29,76	1,3071	278
70°	30,50	1,3436	365
75°	31,19	1,3740	304

Wenn man die Werthe der vierten Columnen untereinander vergleicht, ſo findet man die Unterſchiede der Ausdehnungen der Luft im erſten und zweyten Verſuch bald abnehmend bald wachſend, jedoch die Unterſchiede ſowohl wie die Ausdehnungen ſelbſt in dem zweyten Verſuch verhältnißmäßig größer, als in dem erſten. Weil ich aber nach Beendigung des zweyten Verſuches etwas Feuchtigkeit in dem Queckſilbergefäß des Elaſtizitätsmeſſers bemerkte, ſo hielt ich dieſen Verſuch, welcher dem erſten als Ergänzung dienen ſollte, nicht für überzeugend. Man könnte ſich billig wundern, woher die Feuchtigkeit in die Gefäße gekommen ſey, da ſie doch vor dem Verſuch durch

ge⸗

geglühtes Laugenſalz ausgetrocknet waren. Die Urſache lag in einem geringen Antheil von Feuchtigkeit, welcher noch innerhalb der Maſſe des in dem Gefäß befindlichen Queckſilbers zurückgeblieben war, und welcher ſich während dem Verſuche durch die Wirkung der Wärme in Dampfgeſtalt herausbegeben hatte. Denn es iſt zu bemerken, daß ich die beiden erſten nicht unmittelbar nach einander anſtellte, ſondern ich hatte vor dem zweyten Verſuch mehrere Beobachtungen über die Ausdehnungen der feuchten Luft, wobey ich abſichtlich Waſſer in die Gefäße des Elaſtizitätsmeſſers brachte, gemacht. Die Zweifel über den Einfluß der Feuchtigkeit bey den gefundenen Ausdehnungen der Luft im zweyten Verſuch bewogen mich vor Anſtellung des dritten Verſuchs, die Gefäße des Elaſtizitätsmeſſers nochmals mit aller Vorſicht auszutrocknen.

Die Ausdehnungen der Luft und ihre Unterſchiede fanden ſich, wie man aus dem Anblick der beiden hinterſten Columnen des dritten Verſuchs erſieht, zwar immer noch etwas zunehmend gegen die Siedhitze, aber doch ungleich geringer als in dem zweyten Verſuch. Dagegen ſtimmen die Ausdehnungen der Luft bis 45° im erſten und dritten Verſuch bis auf Kleinigkeiten, die ich blos Fehlern der Beobachtung zuſchreibe, mit einander überein. Um ferner zu prüfen, ob die in dem dritten Verſuch beobachteten Zunahmen in den Unterſchieden der Ausdehnungen der Luft auch bey einer ganz trockenen Luft ſtatt finden, bemühte ich mich die Ausdehnung der trockenen Luft bey einem hohen Grad der Wärme zu beſtimmen. Ich bediente mich dazu gläſerner an Thermometerröhren geblaſener Kugeln von ¾ bis 1 Zoll im Durchmeſſer, deren Raum ich durch Abwägen mit Queckſilber auf meiner ſehr empfindlichen Wage genau beſtimmte. Die in der Kugel enthaltene Luft trocknete ich auf die ſchon beſchriebene Weiſe dadurch aus, daß ich die Oeffnung der Thermometerröhre

terröhre an eine mit geglühtem Laugenſalz zum Theil gefüllte Flaſche ankittete, und mehrere Tage hindurch bald die Kugel bald die Flaſche erwärmte. Die ſo ausgetrocknete Kugel brachte ich hierauf nebſt einem bis zur Siedhitze des Queckſilbers reichenden Thermometer in eine kleine Sandkapelle über die Argandiſche Lampe. Die Oeffnung der an der Kugel befindlichen Röhre verſchloß ich, ſobald das Thermometer den Grad der Wärme zeigte, bey welchem ich die Ausdehnung der Luft beſtimmen wollte, mit ewas Wachs, und brachte ſie ſchnell in ein Gefäß voll Queckſilber, das ich vorher durch Kochen von ſeiner Luft gereinigt hatte. Indem die Atmoſphäre das Queckſilber in die Kugel c Fig. 4. trieb, brachte ich den ganzen Apparat auf die Temperatur der Eiskälte und maaß die lothrechte Höhe a b der Oberfläche des Queckſilbers in der Kugel über der Oberfläche des Queckſilbers im Gefäß. Aus dem Gewicht des eingedrungenen Queckſilbers, verglichen mit dem Gewicht des den ganzen Raum der Kugel füllenden, ergab ſich der Raum der in der Kugel zurückgebliebenen Luft, und aus der Höhe a b verglichen mit der Höhe des Barometers der Raum c, welchen die zurückgebliebene Luft eingenommen haben würde, wenn ſie den ganzen Druck der Atmoſphäre ausgehalten hätte. Das Verhältniß des ſo gefundenen Raums, verglichen mit dem ganzen Raum der Kugel, gab endlich das Verhältniß der Ausdehnung der Luft. Im Vorbeygehen erinnere ich, daß ich unter dem Raum der Kugel den Raum c bis an eine bezeichnete Stelle d der Röhre verſtehe, ſo weit das Gefäß in der Sandkapelle erwärmt wurde. Der übrige Raum der Röhre kommt gar nicht in Betrachtung, weil die Luft darin nicht merklich erwärmt wurde. Ueberhaupt aber betrug der nicht erwärmte Raum gegen den ganzen ſehr wenig, weil die Röhre nur einige Zoll lang und eng war. Auf dieſe Weiſe fand ich den Raum der Luft

bey-

bey 80° — 1,3577
160° — 1,7000

bey einer Hitze, wo die Glaskugel anfing weich zu werden 2,20.

Dieſe Verſuche geben ſchlechterdings keine mit den höhern Graden der Wärme progreſſiv wachſende Ausdehnung der Luft, ſondern ſtimmen vielmehr, unter der Vorausſetzung, daß die Ausdehnungen der trockenen Luft der Wärme proportional ſeyen, mit den im erſten und dritten Verſuch vermittelſt des Elaſtizitätsmeſſers gefundenen Ausdehnungen der Luft überein. Man hat nämlich aus dem erſten Verſuch den Raum der Luft

bey 40° = 1,1780
dies giebt für 80° = 1,3560
160° = 1,7120

aus dem dritten Verſuch den Raum der Luft

bey 40° = 1,1793
80° = 1,3586
160° = 1,7172

Aus der Uebereinſtimmung meiner bey ſo verſchiedenen Temperaturen angeſtellten Verſuche wird, wie ich glaube, der ſchon von Amontons und nachher von Deluc und Lambert behauptete Satz: daß die Zunahmen der ſpecifiſchen Elaſtizität der völlig trockenen Luft in verſchloſſenen Gefäßen, ſo wie die Ausdehnungen der Luft bey offnen Gefäßen, den Unterſchieden der Wärme proportional ſeyen, vollkommen gerechtfertiget. Die Abweichungen von dieſem Geſetz, welche neuere Naturforſcher gefunden haben, ſo wie überhaupt die große Verſchiedenheiten, welche in den Angaben der Ausdehnungen der Luft durch die Wärme herrſchen, rühren blos davon her, daß man keine gehörige Rückſicht auf den Einfluß der Feuchtigkeit bey der angewendeten Luft genommen hat. Dieß wird durch die nachſtehenden Verſu-

Digitized by Google

che noch weiter beſtätiget. Nimmt man für den Raum der Luft bey 80° aus den drey Zahlen

1,3577
1,3560
1,3586

das Mittel 1,3574, ſo erhält man für die Ausdehnung der trockenen Luft durch einen Grad Wärme 0,0044675. Hiernach iſt die folgende Tafel berechnet worden.

A

Wärme			Raum der trockenen Luft.
0°	—	—	1,0000000
5°	—	—	1,0223375
10°	—	—	1,0440750
15°	—	—	1,070125
20°	—	—	1,0893500
25°	—	—	1,1116875
30°	—	—	1,1340250
35°	—	—	1,1563625
40°	—	—	1,1787000
45°	—	—	1,2010375
50°	—	—	1,2233750
55°	—	—	1,2457125
60°	—	—	1,2680500
65°	—	—	1,2903875
70°	—	—	1,3127250
75°	—	—	1,3350625
80°	—	—	1,3574000
120°	—	—	1,53625
160°	—	—	1,715000
200°	—	—	1,89375
240°	—	—	1,07250
280°	—	—	1,25125

Die Tafel läßt ſich leicht erweitern oder bis auf einzelne Grade der Wärme ausdehnen. Vergleicht man

die berechneten Ausdehnungen derſelben mit den durch den Elaſtizitätsmeſſer beobachteten im dritten Verſuch, ſo ſieht man, daß die erſtern die letztern bis zum 35ſten Grad des Thermometers nur um wenige Tauſendtheile übertreffen. Von dieſem Punkt an kehret ſich das Verhältniß um, und die beobachteten Werthe übertreffen die berechneten, und zwar immer mehr, je näher die Temperatur der Siedhitze kommt. Soll nun hieraus keine mit der Wärme zunehmend wachſende Ausdehnung der Luft gefolgert werden, welches den durch Beobachtung gefundnen Ausdehnungen der trockenen Luft bey 80°; 160° und der Glühehitze des Glaſes widerſpricht; ſo fragt ſich, konnte ein ſehr geringer Antheil von beygemiſchter Feuchtigkeit die ſpecifiſche Elaſtizität der im Elaſtizitätsmeſſer eingeſchloſſenen Luft bey 75° Temperatur ſo viel vermehren, daß die daraus hergeleitete Ausdehnung der Luft die Ausdehnuug der trocknen Luft um 0,039 übertraf, indeß die Wirkung derſelben Feuchtigkeit unter 35° Temperatur unmerkbar blieb? Dieſe Frage läßt ſich allerdings bejahen, wenn man bedenkt, wie ſchnell die Expanſivkraft des Waſſerdampfes unter 35 Grad Temperatur abnimmt. Daß aber die unter 35° beobachteten Ausdehnungen der Luft noch etwas kleiner, als die berechneten, ausfielen, iſt wohl der Reibung des Queckſilbers am Glaſe der Röhre, welche erſt bey den höhern Graden der Wärme durch die Wirkung der Dämpfe überwogen wurde, zuzuſchreiben. Uberdieß will ich gar nicht entſcheiden, ob die Ausdehnungen der trockenen atmoſphäriſchen Luft zu allen Zeiten dieſelbe ſey, welches nur durch eine lange fortgeſetzte Reihe von Beobachtungen ausgemacht werden könnte. Vielmehr läßt ſich dieſer Satz geradezu verneinen, wenn man nach Dûvernois Verſuchen die Ausdehnung der Stickluft beträchtlich größer, als die Ausdehnung der Lebensluft ſetzt, und bedenkt, daß das Verhältniß der Miſchung von beiden

Luftarten in der Atmoſphäre veränderlich iſt. Beträchtlich kann indeſſen der Unterſchied in den Ausdehnungen der trockenen atmoſphäriſchen Luft zu verſchiednen Zeiten nicht ſeyn; wie ich mich durch meine Verſuche, welche ebenfalls zu verſchiednen Zeiten angeſtellt worden ſind, überzeugt habe. Indeſſen kann die veränderliche Ausdehnbarkeit der trockenen atmosphäriſchen Luft, wenn ſie gleich nur gering iſt, doch hinreichend ſeyn, den Gebrauch des Luftthermometers, wenn man durch dies Werkzeug ſehr kleine Grade der Wärme meſſen will, unſicher zu machen. Deſto beſſere Dienſte wird aber das Luftthermometer, als Pyrometer betrachtet, leiſten, um hohe Grade der Hitze zu beſtimmen. Hier kann man kleine Abweichungen von dem allgemeinen Geſetz, welches die Ausdehnungen der trockenen Luft den Unterſchieden der Wärme proportional ſetzt, überſehen, weil die etwa daraus entſtehende Ungewißheit von einem oder höchſtens ein Paar Graden der gewöhnlichen Thermometerſcale bey der Angabe einer großen Hitze nicht in Betracht kommt. Fig. 5. ſtellt die Einrichtung eines ſolchen Pyrometers vor. a iſt eine Kugel oder cylindriſche Büchſe von Kupfer, 2 Zoll im Durchmeſſer; von der Kugel führet eine gekrümmte Röhre b c d zu einer zweyten cylindriſchen Büchſe von Eiſen e e 2 bis 3 Zoll weit und 1 bis 1½ Zoll hoch. Die Kugel, Röhre und Büchſe müſſen in einander geſchraubt und recht gut im Feuer gelöthet ſeyn. Um ſehr hohe Grade der Hitze zu meſſen, könnte man auch die Kugel a und den untern Theil der Röhre b c, ſo weit ſie ins Feuer kommt, von gegoſſenem Eiſen, oder am beſten von gegoſſener Platina machen. Die Büchſe e e hat bey f eine ½ Zoll weite Schraubenöffnung, in welche ſich eine eiſerne in der Mitte durchbohrte Schraube, mit einem flachen Anſatz, welcher auf den obern Deckel der Büchſe genau paſſet, ſchraubt. Durch die Oeffnung der Schraube geht eine an beiden Enden offne Barometer-

röhre

röhre bis beynahe auf den Boden der Büchſe. Vor dem Gebrauch des Werkzeugs trocknet man die in dem innern Raum der Gefäße enthaltene Luft aus, indem man friſch geglühtes Laugenſalz in die Büchſe ee bringt, und den ganzen Apparat einige Tage lang verſchloſſen ſtehen läſſet. Hierauf füllet man die Büchſe ee mit Queckſilber, welches auf dieſelbe Weiſe ausgetrocknet worden iſt, bringt die Barometerröhre mit der Schraube f auf die Büchſe, und ſetzt die Kugel a in das Feuer, deſſen Hitze gemeſſen werden ſoll. Aus dem Stand des Queckſilbers in der Barometerröhre fg, findet man die Vermehrung der ſpecifiſchen Elaſtizität der Luft durch die Wärme, aus welcher ſich auf die Ausdehnung der Luft, und von dieſer auf den Grad der Hitze ſchlieſſen läſſet. Damit das Queckſilber in der Büchſe ee nicht beträchtlich erwärmt werde, iſt es dienlich, den Theil des Apparats in ein Gefäß voll kaltes Waſſer ki zu ſetzen, und wenn die Schraube f unter Waſſer kommt, ſo erkennet man dadurch um ſo leichter, ob ſie die Oeffnung der Büchſe ee luftdicht verſchlieſſet. Dieß iſt der Gebrauch des Werkzeuges im Allgemeinen, nun muß ich noch von einigen dabey nöthigen Correctionen ſprechen. Indem das Queckſilber aus der Büchſe ee in die Barometerröhre fg tritt, nimmt die Luft den von ihm verlaſſenen Raum in der Büchſe ein. Dieſe Ausdehnung der Luft muß zu der aus der Vermehrung der Elaſtizität gefundenen addiret werden. Hierzu kommt noch, daß die in der Röhre bcd enthaltene Luft nicht ſehr erwärmt, ſondern nur von der in a erhitzten zuſammen gepreſſet wird; dadurch dehnt ſich ebenfalls die in a enthaltene Luft aus, und man muß auch dieſe Ausdehnung zu beſtimmen ſuchen. Vorausgeſetzt, die in der Röhre bcd enthaltene Luft werde gar nicht erwärmt, ſondern blos zuſammengepreſſet, und der Raum der Röhre ſey zum Raum der Kugel, wie 1 : m oder die Röhre $= \frac{1}{m}$ a, die Höhe des Queckſilbers in

 der

der Röhre fg des Luftthermometers $= h$, der Stand des Barometers zur Zeit der Beobachtung $= b$, ſo hat man die Zuſammenpreſſung der Luft in der Röhre nach dem Mariottiſchen Geſetz

$$b + h : b = \frac{1}{m} a : \frac{ba}{m(b+h)}.$$

und hieraus die Ausdehnung der Luft in der Kugel

$$= \frac{a}{m} - \frac{ba}{m(b+h)} = \frac{ha}{m(b+h)}.$$

Dieſer Ausdruck iſt deſto kleiner, je größer m, oder je kleiner der nicht erwärmte Theil der Röhre gegen den Raum der Kugel a iſt. Der lothrechte Theil der Röhre, welcher durch die Fortpflanzung der Wärme beträchtlich erhitzt wird, kann nach Beſchaffenheit des Feuerbehälters, worin das Werkzeug gebraucht werden ſoll, 6 — 8 Zoll und darüber betragen. Der horizontale Schenkel der Röhre cd braucht nicht länger zu ſeyn als nöthig iſt, die Büchſe ee von der Wirkung des Feuers entfernt zu halten, etwa 6 Zoll. Die Weite der Röhre braucht nicht über eine Linie im Lichten zu halten. Dieß gäbe bey der vorhin angenommenen Größe der Kugel a von 2 Zoll Durchmeſſer den nicht erwärmten Raum der Röhre $\frac{1}{130}$ des Raums der Kugel oder $m = 130$. Für $h = b$ würde die Ausdehnung der Luft $= \frac{1}{260}$ a betragen, und für kleinere Werthe von h würde ſie noch unbeträchtlicher ſeyn. So lange h gegen b klein bleibt, iſt der Ausdruck $\frac{hb}{(mb+h)}$ der Queckſilberhöhe h proportional, und wenn der geſammte Werth des Ausdrucks gegen den Werth von a nie ſehr groß wird, ſo darf man jene Proportion, wenigſtens ohne merklichen Fehler, auch für größere h gelten laſſen. Da nun der in der Büchſe ee entſtehende Raum bey einer calibrirten Barometerröhre fg der Höhe h ebenfalls proportional iſt, ſo kann man beide Correctionen entbehren, wenn man die durch das Pyrometer an-

angezeigte Ausdehnung der Luft durch einen unmittelbaren Verſuch beſtimmt. Man ſchlieſſe die in a enthaltene Luft bey der Temperatur der Eiskälte durch die Schraube f von der Atmoſphäre ab, hierauf ſetze man die Kugel a, nebſt einem bis zur Siedhitze des Queckſilbers reichenden Thermometer in eine Sandcapelle, und erhitze die Sandcapelle bis zu einem beſtimmten Grad des Thermometers, ich will annehmen bis zu 160° der reaum. Scale. Die beobachtete Barometerhöhe in $fg = h$, den Barometerſtand b, den Raum der Luft bey $160° = x$, bey der Eiskälte $= 1$ geſetzt, ſo giebt die Proportion $b : b + h = 1 : x$ den Raum der Luft bey $160° = \frac{b}{b+h} \cdot 1$, folglich die Ausdehnung der Luft für ein Grad der Wärme $= \frac{h}{160 . b}$, ohne die beiden Correctionen in Anſchlag zu bringen. Hat man nun bey einem beliebigen Barometerſtande B eine Höhe H in der Röhre BG gemeſſen und ſucht die dazu gehörigen Wärme, ſo dividire man den Quotient $\frac{H}{B}$ durch die Größe $\frac{h}{160 . b}$; der neue Quotient giebt die geſuchte Hitze in Graden der reaumuriſchen Scale. Ich darf eine Erinnerung nicht unbemerkt laſſen, welche man gegen dies Werkzeug machen kann. Dies iſt nämlich die Frage, wird die Luft durch die Verkalchung des Kupfers nicht zerſetzt werden? Dies wird zwar allerdings einigermaſſen erfolgen, und ließ ſich nur durch die Anwendung eines vielkoſtbarern edeln Metalles vermeiden, aber ich bin dem ungeachtet überzeugt, daß dieſe Urſache einen nur ſehr geringen Einfluß auf die zu meſſenden ſpecifiſchen Elaſtizitäten der Luft haben werde, wenn man nur die in den Gefäßen eingeſchloſſene Luft ſtets recht trocken erhält. Denn die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit iſt es eigentlich, welche durch ihre Zerſetzung das Verkalchen der Metalle ſo ſehr befördert. Ueberdies iſt es nicht nöthig, die eingeſchloſſene Luft in

der

der Kugel a zu erneuern, wodurch ſie ihre Wirkung auf die Verkalchung des Metalles bald verlieret.

Ich komme nun auf die Verſuche, welche ich über die Ausdehnungen der feuchten Luft, und die Expanſivkraft des mit der Luft vermiſchten Waſſerdampfes angeſtellt habe. Ich bediente mich dazu ebenfalls des Elaſtizitätsmeſſers von Ciarcy, indem ich in die Gefäße a und b etwas Waſſer brachte, und übrigens eben ſo, wie bey der Beſtimmung der Ausdehnung der trocknen Luft verfuhr. In den beiden erſten Verſuchen befand ſich blos etwas Waſſer in dem Gefäß a, worin das Thermometer nicht war; in dem dritten Verſuch befand ſich das Waſſer in beiden Gefäßen. Die in den Gefäßen enthaltene Feuchtigkeit war mehr, als hinreichend, die Gefäße a und b mit Dampf zu erfüllen, indem bey der höchſten beobachteten Temperatur noch tropfbares Waſſer zurückblieb.

Erſter Verſuch.

Temperat.	Expanſivkraft der feuchten Luft.	Expanſivkraft der trockenen Luft.	Unterſchiede
0°	21, 02	21, 02	0
10°	22, 15	21, 96	0, 19
15°	22, 62	22, 43	0, 19
20°	23, 38	22, 90	0, 48
25°	24, 09	23, 37	0, 72
30°	25, 06	23, 84	1, 22
35°	26, 02	24, 31	1, 71
40°	27, 27	24, 78	2, 49
45°	28, 71	25, 25	3, 46
50°	30, 12	25, 71	4, 41
55°	31, 80	26, 18	5, 62
60°	35, 59	26, 65	8, 94
65°	37, 35	27, 12	10, 23

Zweyter

Zweyter Verſuch.

Temperat.	Expanſivkraft der feuchten Luft.	Expanſivkraft der trockenen Luft.	Unterſchiede
0°	15, 28	15, 28	0
15°	16, 66	16, 30	0, 36
20°	17, 18	16, 646	0, 53
25°	17, 95	16, 992	0, 96
30°	18, 63	17, 338	1, 30
35°	19, 38	17, 684	1, 70
40°	20, 52	18, 030	2, 49
45°	21, 50	18, 379	3, 13
50°	22, 67	18, 72	3, 95
55°	24, 22	19, 06	5, 16
60°	25, 40	19, 41	6, 00
65°	28, 80	19, 98	9, 12

Dritter Verſuch.

Temperat.	Expanſivkraft der feuchten Luft.	Expanſivkraft der trockenen Luft.	Unterſchiede.
0°	15, 88	15, 88	0
15°	17, 30	16, 944	0, 36
20°	17, 89	17, 259	0, 63
25°	18, 58	17, 574	1, 01
30°	19, 32	17, 889	1, 43
35°	20, 33	18, 204	2, 13
40°	21, 47	18, 519	2, 96
45°	22, 40	18, 834	3, 57
50°	24, 58	19, 149	5, 44
55°	26, 70	19, 464	7, 24
60°	29, 62	19, 779	9, 85
65°	34, 00	20, 094	13, 91

Die

Die Werthe der dritten Columne ſind nach den in der Tafel A zum Grunde gelegten Geſetz für die Ausdehnungen der trockenen Luft berechnet worden, indem die Expanſivkraft der feuchten Luft bey 0 Temperatur jedesmal = 1 geſetzt worden iſt. Die vierte Columne enthält die Unterſchiede zwiſchen der Expanſivkraft der feuchten und trockenen Luft bey gleichen Temperaturen, und ſtellt die Werthe der Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes bey verſchiednen Graden der Wärme dar. Aus der Vergleichung dieſer Werthe, mit den für die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes bey gleichen Temperaturen ergiebt ſich, daß die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes bis zu 60° Temperatur beträchtlich geringer; als die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes ſey. Ueber dieſer Temperatur nähern ſich die beiden Kräfte einander ſchnell und ſind, wie alle Beobachtungen übereinſtimmend lehren, bey der Siedhitze einander völlig gleich. Es ſcheint mir nichts natürlicher, als die Verminderung der Expanſivkraft des Waſſerdampfes, wenn er mit der Luft vermiſcht iſt, einem Zug der Luft gegen das Waſſer des Dampfes zuzuſchreiben. Durch dieſen Zug wird die den Waſſertheilchen durch die Stöße des Feuers im Dampf mitgetheilte Bewegung mehr und weniger verzögert, und eben dadurch die Expanſivkraft des Waſſerdampfes vermindert. Aus einem ſolchen Zug der Luft gegen das Waſſer folgt aber noch keinesweges eine chemiſche Verwandtſchaft zwiſchen den beiden Körpern, wodurch das Waſſer ohne Beyhülfe der Wärme ganz in der Luft aufgelöſet würde, ſondern es ſcheint vielmehr die Vorausſetzung einer ſolchen Verwandſchtaft den beobachteten Phänomenen zu widerſprechen, weil dieſelbe den mit der Luft vermiſchten Waſſerdampf bald ganz zerſtöhren würde, indem ſich das Waſſer chemiſch in der Luft auflöſete. Dies geſchieht nicht, ſondern die Expanſivkraft des mit der Luft vermiſchten

Waſſer-

Waſſerdampfes folgt vielmehr, die durch den Zug der Luft gegen das Waſſer bewirkte Verminderung abgerechnet, ganz denſelben Geſetzen, wie die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes. Auch verändern ſich die chemiſchen Eigenſchaften der Luft durch ihre Vermiſchung mit Waſſerdampf nicht, ſondern blos ihre Ausdehnbarkeit durch die Wärme und ihr ſpecifiſches Gewicht verändern ſich durch den Einfluß der Waſſerdämpfe, und beide kommen wieder auf ihren vorigen Zuſtand zurück, ſobald man der Luft die Feuchtigkeit durch einem das Waſſer ſtärker anziehenden Körper, wie das geglühete Laugenſalz iſt, oder auch nur durch eine ſehr hohe Temperatur, wieder entreißet. Nach dieſen Verſuchen ſcheint mir die Delucciſche Theorie von den Waſſerdämpfen in ſo fern einer Berichtigung zu bedürfen, daß ſich die genannten Dämpfe nicht blos mechaniſch, ohne irgend eine Modification, zu erleiden, mit der Luft vermiſchen, ſondern daß der Zug der Luft gegen das Waſſer (welchem ich den Namen einer phyſiſchen oder hygrometriſchen Verwandtſchaft beylegen möchte), allerdings eine Veränderung in der Expanſivkraft des Waſſerdampfes bewirkt. Die phyſiſche Verwandtſchaft der Luft gegen das Waſſer dienet nicht blos, die zur Vegetation ſo höchſt nöthige Vermiſchung des Waſſerdampfes mit der Atmoſphäre zu befördern, ſondern ſie verurſacht auch, daß die Luft das aus dem zerſetzten Dampf in den feinſten Theilchen niedergeſchlagne Waſſer zum Theil an ſich zieht und eben dadurch, wie jeder andere hygrometriſche Körper, feucht wird.

Nach dieſen allgemeinen Betrachtungen über die Art, wie ſich die Waſſerdämpfe mit der Luft vermiſchen, will ich verſuchen, das Geſetz aufzufinden, nach welchem die Expanſivkraft des Waſſerdampfes durch die Vermiſchung mit der Luft vermindert werde.

Auf

Auf den erſten Anblick ſcheint wenig Regelmäßiges aus den in den vierten Columnen enthaltenen Reſultaten der drey Verſuche zu folgen, da ſie ziemlich ſtark von einander abweichen. Es iſt aber hierbey Folgendes zu bemerken. In den beiden erſten Verſuchen war die Feuchtigkeit blos in dem Gefäß a des Dampfbarometers enthalten, in dem Gefäß b blieb die Luft während den beiden erſten Verſuchen, (weil keine große Circulation der elaſtiſchen Flüſſigkeiten in den beiden Gefäßen ſtatt fand), ziemlich trocken, wie der faſt unmerkliche Feuchtigkeitsbeſchlag in dem Gefäß b bey der Temperatur der Eiskälte augenſcheinlich bewieß. Dies zog einen andern Umſtand nach ſich, den ich anfangs ebenfalls überſah, und welcher gerade die Urſache von der in den beiden erſten Verſuchen gefundenen geringern Expanſivkraft der mit Luft vermiſchten Waſſerdämpfe, als im dritten Verſuche, war. Die Temperatur des Gefäßes a, worin ſich allein die verdampfende Flüſſigkeit befand, blieb jederzeit etwas geringer als die Temperatur des Gefäßes, welches das Thermometer enthielt, weil die in dem Gefäß a vorgehende Verdampfung ſelbſt Kälte erzeugte. Von der Wahrheit dieſes Satzes, wenn ſie nicht ſchon bekannt wäre, kann ſich jeder leicht überzeugen, wenn er zwey harmonirende Thermometer, eins in ein feuchtes, das andere in ein trockenes Gefäß eingeſchloſſen, einer gleichen Temperatur ausſetzt. Das Thermometer im feuchten Gefäß wird gewöhnlich 1 — 2 Grad gegen das andere im trockenen zurückbleiben. Das im Dampfbarometer beobachtete Thermometer gab aus gleichem Grunde in den beiden erſten Verſuchen eine höhere Temperatur an, als die war, welche der Dampf und die Luft in dem Gefäß b hatten, und es iſt daher kein Wunder, daß die beobachtete Expanſivkraft für die durch das Thermometer gefundene Temperatur zu klein ausfiel. Eben dieſem Umſtand ſchreibe ich die Abweichungen der beiden erſten Verſuchen unter einander

zu,

zu, denn es war ſehr leicht möglich, daß bey einer ungleichförmig in den Gefäßen verbreiteten Feuchtigkeit, der Einfluß derſelben das einemal ſtärker als das anderemal war. Daher gründe ich die folgenden Schlüſſe blos auf die Reſultate des dritten Verſuchs, welche ich für die richtigſten halte. Die folgende Tafel B dienet zur leichtern Ueberſicht deſſen, was ich ſagen werde.

B.

Temperatur.	Expanſivkr. des reinen Waſſerdampfes.	Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes.	Unterſchiede.	Unterſch. in Theilen der Expanſivkr. des rein. Waſſerdampfes.
10°	0,31	0,19 (nach dem	0,12	$\frac{12}{31}$ = 0,387
15°	0,56	0,36 erſt. Verſ.)	0,20	$\frac{20}{56}$ = 0,375
20°	0,92	0,63 . .	0,29	— — 0,316
25°	1,40	1,01 . .	0,39	— — 0,278
30°	2,02	1,43 . .	0,59	— — 0,292
35°	2,80	2,13 . .	0,67	— — 0,239
40°	3,80	2,96 . .	0,84	— — 0,221
45°	5,05	3,57 . .	1,48	— — 0,293
50°	6,61	5,44 . .	1,17	— — 0,177
55°	8,57	7,24 . .	1,33	— — 0,155
60°	10,98	9,85 . .	1,13	— — 0,103
65°	13,99	13,91 . .	0,08	— — 0,006

Aus dem Anblick der letzten Columne der vorſtehenden Tafel B erſtellet, daß die Unterſchiede des reinen und des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes in Theilen der zur jedesmaligen Temperatur gehörigen Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes ausgedruckt, von 10° bis zu 65° des Thermometers ſtets abnehmen, und bey der zuletzt genannten Temperatur ſchon als verſchwindend angeſehen werden können. Die Urſache dieſer Erſcheinung erkläret ſich aus dem, was ich oben über die phyſiſche Verwandtſchaft der Luft gegen das Waſſer geſagt habe. Der davon herrührende Zug der Luft gegen den Waſſerdampf

muß deſto ſtärker ſeyn, je geringer die Expanſivkraft des Waſſerdampfes iſt, weil der Dampf in dieſem Fall in kleinern Maſſen und dünner in den Zwiſchenräumchen der Luft zerſtreut iſt. Je größer die Expanſivkraft des Waſſerdampfes wird, deſto mehr entfernt er die Theilchen der Luft von einander, und bietet ihr folglich weniger Berührungspunkte dar, wodurch der Zug der Luft gegen den Dampf vermindert wird, bis endlich dieſer Zug oder die Wirkung deſſelben völlig verſchwindet, wenn die Expanſivkraft des Dampfes der ausdehnenden Kraft der Luft gleich geworden iſt. In dieſem Fall iſt nämlich der Waſſerdampf gar nicht mehr als ein mit Luft vermiſchter zu betrachten, ſondern überall wo er ſich befindet, hebt er den Zuſammenhang der Luft ganz auf, und exiſtiret als reiner Waſſerdampf, nur in der Luft zerſtreuet. Die Verminderungen der Unterſchiede der 5ten Columne der Tafel B ſind zwar nicht gleichförmig abnehmend, indeſſen giebt doch die Vorausſetzung, daß ſie von 10° bis zu 55° gleichförmig abnehmen, wenn man den Werth den 5ten Columne für 55° Temperatur zum Grunde legt und die gleichförmige Abnahme der Unterſchiede von 5 zu 5 Grad Wärme 0,022, oder für einen Grad der Wärme 0,0044, ſetzt, eine Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes, welche nicht weiter von den Beobachtungen abweicht, als die Genauigkeit der letztern reicht. Das angenommene Geſetz läßt ſich allgemein ſo ausdrücken: e heiße die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes bey der Temperatur = t, e′ bezeichne die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes bey derſelben Temperatur, ſo hat man $e' = e - (0,397 - 0,0044 . t)\ e = (0,603 + 0,0044 . t)\ e$ z. B. $t = 55°$ giebt $e' = e - (0,397 - 0,242)\ e = e - 0,155\ e = 0,845\ e$ wie die Beobachtung. Jenſeits 55° darf die Formel nicht ausgedehnt werden, weil hier die von e abzuziehende Größe ſchneller abnimmt, als die Formel angiebt, und

ſchon

Digitized by Google

ſchon für $t = 65°$ verſchwindend wird. Ueberhaupt gebe ich das Geſetz blos als eine Annäherung zur Wahrheit, bis man durch ſorgfältig wiederholte Verſuche ein genaueres wird ausgemacht haben. Die nach dieſem Geſetz berechneten Werthe der Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes ſind wie folgt.

C.

Temperatur.	Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes.
0°	. . 0,
1°	. . 0,0061
2°	. . 0,0183
3°	. . 0,0305
4°	. . 0,0434
5°	. . 0,0625
6°	. . 0,0817
7°	. . 0,0914
8°	. . 0,1278
9°	. . 0,1606
10°	. . 0,2005
11°	. . 0,2214
12°	. . 0,2491
13°	. . 0,2904
14°	. . 0,3322
15°	. . 0,3745
16°	. . 0,4173
17°	. . 0,4674
18°	. . 0,5183
19°	. . 0,5765
20°	. . 0,6348
21°	. . 0,7021
22°	. . 0,7695
23°	. . 0.8377
24°	. . 0,9137
25°	. . 0,9976
26°	. . 1,075
27°	. . 1,159

Digitized by Google

Temperatur.	Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes.
28°	1,252
29°	1,365
30°	1,476
31°	1,587
32°	1,707
33°	1,836
34°	1,967
35°	2,107
36°	2,256
37°	2,413
38°	2,580
39°	2,756
40°	2,942
41°	3,139
42°	3,337
43°	3,545
44°	3,779
45°	4,022
46°	4,269
47°	4,534
48°	4,819
49°	5,104
50°	5,411
51°	5,684
52°	6,072
53°	6,405
54°	6,805
55°	7,184
56°	7,680
57°	8,133
58°	8,702
59°	9,257
60°	9,849
61°	10,575
62°	11,323
63°	12,131
64°	12,991
65°	13,910

Die

Die mit einem Haaken bezeichneten Werthe der Tafel (C) von 56 — 65° ſind aus den beobachteten Werthen von 60° und 65° durch Interpolirung nach einem ähnlichen Geſetz, wie das oben angegebene iſt, hergeleitet worden. Man hat nämlich die Zunahme des mit e zu multiplicirenden Factors für jeden Grad der Wärme zwiſchen 55 und 60° = 0,0112 zwiſchen 60° und 65° = 0,0194 geſetzt. Ueber 65° kann man die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes einander gleichſetzen.

Vermittelſt der vorſtehenden Tafel und der oben mitgetheilten Tafel A über die Ausdehnungen der trockenen Luft, läßt ſich die Ausdehnung einer mit Feuchtigkeit geſättigten Luft für jede gegebene Temperaturerhöhung finden. Es ſey zum Beyſpiel die ausdehnende Kraft einer feuchten Luft bey der Temperatur der Eiskälte = 28 Zoll B. St. Man fragt, wie groß iſt die ausdehnende Kraft dieſer Luft bey 40° und bey 80° Wärme. Für 40° hat man die ausdehnende Kraft der trockenen Luft = 28. 1,1787 = 33,0036, hierzu die Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes bey 40° = 2,942, giebt für die geſammte ausdehnende Kraft der feuchten Luft bey 40° = 35,9456 Zoll B. St. Eben ſo berechnet man die ausdehnende Kraft für 80° Temper.

Die ausdehnende Kraft der trockenen Luft	38,0072
Expanſivkraft des Waſſerdampfes. .	28,0000
ausdehnende Kraft der feuchten Luft .	66,0072.

Vermittelſt der ausdehnenden Kräfte laſſen ſich die Räume der Luft bey erfolgter Ausdehnung berechnen, wenn man den Raum bey der Eiskälte gleich 1 ſetzt. Dies giebt den Raum der feuchten Luft

bey 40° — 1,2836
bey 80° — 2,3574.

Es erhellet, daß dieſe Rechnungen nur für eine mit Feuchtigkeit völlig geſättigte Luft gelten, weil die Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes unter dieſen Umſtänden gefunden worden iſt. In der Atmoſphäre findet bekanntlich der Punkt der Sättigung mit Feuchtigkeit nur ſelten ſtatt, und es entſteht daher die Frage, wenn man die angeſtellten Unterſuchungen auf die wirkliche Ausdehnungen der atmoſphäriſchen Luft anwenden will, wie ändert ſich der Einfluß der Feuchtigkeit ab, wenn die Luft mehr und weniger von dem Punkt der Sättigung entfernt iſt? Es iſt wohl nichts natürlicher als die Vorausſetzung, daß die Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes bey gleicher Temperatur und übrigens gleichen Umſtänden den Quantitäten des der Luft beygemiſchten Waſſerdampfes proportional ſey. Dürfte man ferner annehmen, daß die Grade unſrer beſten Hygrometer des Delüc ciſchen oder Sauſſüriſchen, wirkliche Mengen des der Luft beygemiſchten Waſſerdampfes anzeigten, ſo würde daraus folgen, daß die Expanſivkraft des Waſſerdampfes in einer Luft, worin das Hygrometer 50 Grad zeigte, bey jeder Temperatur halb ſo groß wäre, als ſie die vorſtehenden in der Tafel (C) enthaltenen Unterſuchungen angeben. Ich habe unter den beiden erwähnten Vorausſetzungen die nachſtehende Tafel berechnet, welche die Ausdehnungen der feuchten Luft von 10 zu 10 Graden des Hygrometers und von 5 zu 5 Graden des Thermometers enthält. Sollte gleich die letzte der beiden Vorausſetzungen, worauf ſich die berechnete Werthe der Tafel ſtützen, nicht ganz genau ſeyn, ſo geben doch dieſe Werthe gewiß eine Annäherung zur Wahrheit in einem Theil der Experimentalnaturlehre, worin bisher ſo viel wie nichts geleiſtet war. Ueberdies eröffnen dieſe Unterſuchungen, wenn die Thatſachen, worauf ſie gegründet ſind, (wie ich nicht anders erwarte) durch wiederholte Verſuche als wahr befunden, oder nöthigenfalls berichtiget werden, einen

neuen

Digitized by

1 5 G 3 Zoll
60
1,000
023676
048971
075026
102952
133064
165653
201512
241742
286180
339303
399655
479100
588467
691368
815062
957400

Digitized by Google

neuen Weg in das noch ziemlich ungebauete Feld der Hygrometrie. Ich meyne, man wird durch ſolche Tafeln, wie die nachſtehende iſt, dereinſt in den Stand geſetzt werden, vermittelſt eines guten Elaſtizitätsmeſſers die in der Luft bey verſchiedenen Temperaturen enthaltenen Mengen von Waſſerdämpfen beſtimmter anzugeben, als durch unſere bisherigen Hygrometer geſchieht.

Verbindet man mit der vorſtehenden Tafel D die Tafel A über die Ausdehnungen der trockenen Luft, ſo erhält man eine vollſtändige Ueberſicht des Geſetzes der Ausdehnungen der atmoſphäriſchen Luft von 5 zu 5 Graden der Wärme und 10 zu 10 Graden der Feuchtigkeit. Die Ausdehnungen für die zwiſchenliegenden nicht in den Tafeln A und D enthaltenen Grade der Wärme und Feuchtigkeit laſſen ſich ohne merklichen Fehler durch Interpolirung nach Proportionaltheilen finden. Eigentlich ſollte für jeden Barometerſtand eine beſondere Tafel, wie die vorſtehende (D) für 28″ B. St., berechnet werden. Da aber nach meinen bisherigen Verſuchen das Geſetz der Ausdehnungen der völlig trocknen Luft, durch die Veränderung des Barometerſtandes nicht merklich modificiret wird, ſo hat die Veränderung des Barometerſtandes auf die Ausdehnungen der feuchten Luft nur in ſofern Einfluß, als die nach der Temperatur veränderliche Expanſivkraft des Waſſerdampfes eine größere Veränderung des Volumens bey einer geringern Elaſtizität der Luft, als bey einer größern bewirkt. Dieſer Einfluß iſt indeſſen nicht beträchtlich, wenn die Aenderung des Barometerſtandes nicht groß iſt, wie folgendes Beyſpiel beweißt. Bey 27 Zoll Barometerſtand würden ſich die Ausdehnungen der feuchten Luft bey 80° Wärme, ſtatt der in der vorſtehenden Tafel D enthaltenen, in folgende verwandeln,

Hygromet.			Ausdehn. der Luft bey 8° Therm.
10°	—	—	1,4611037
20°	—	—	1,5648074
30°	—	—	1,6685111
40°	—	—	1,7622148
50°	—	—	1,8659185
60°	—	—	1,9696222
70°	—	—	2,0733259
80°	—	—	2,1770296
90°	—	—	2,2807333
100°	—	—	2,3840370.

Allgemein findet man die Ausdehnung einer feuchten Luft für jeden gegebenen Barometer-, Thermometer- und Hygrometerſtand, wenn man zu der Ausdehnung der trockenen Luft bey der gegebenen Temperatur den mit dem Grad des Hygrometers (als Hunderttheile geleſen) multiplicirten Quotienten aus der Expanſivkraft des Waſſerdampfes dividirt durch den Barometerſtand, addiret, z. B. die Ausdehnung der feuchten Luft bey 26″ Bar. St. 40° Therm. 50° Hygrometer, iſt (Ausdehn. der trockenen Luft) $1,1787 + \frac{2,942}{26} \cdot 0,50 = 1,2352$. Den Beweis zu dieſem Verfahren wird ſich der aufmerkſame Leſer aus dem Vorſtehenden leicht von ſelbſt entwickeln; ich bemerke nur, daß man für die Grade der Wärme unter 65° die Expanſivkraft des mit Luft gemiſchten Waſſerdampfes, für höhere Grade der Temperatur aber die Expanſivkraft des reinen Waſſerdampfes in Rechnung bringt.

Vergleicht man die oben angeführten von Düvernois gefundenen Werthe für die Ausdehnungen der atmoſphäriſchen Luft mit den in den Tafeln (A) und (D) angegebenen Ausdehnungen der feuchten und trockenen Luft, ſo erhellet, daß von den Düvernoiſchen Zahlen die Ausdehnung für 20° ſelbſt für die ganz trockene Luft zu klein

iſt.

iſt. Die Ausdehnung für 40° der Wärme fällt zwiſchen 70 und 80 der Feuchtigkeit, und ſtimmt ziemlich mit der Angabe des Sauſſüriſchen Hygrometers von $83\frac{1}{2}$°. Die Ausdehnung für 60° iſt ſelbſt für die abſolute Feuchtigkeit der Luft zu groß, und die Ausdehnung für 80° Wärme bey der angegebenen Feuchtigkeit zu klein. Düvernois glaubt ſelbſt, daß er die Ausdehnung bey der Siedhitze zu klein angegeben habe. Ueberhaupt läßt ſich aus der Vergleichung dieſes Düvernoiſchen Verſuches weder für noch wider die Richtigkeit meiner Tafeln etwas folgen. Hierzu gehören mehrere bey verſchiedenen Graden der Feuchtigkeit der Luft mit aller Genauigkeit über die Ausdehnungen derſelben angeſtellte Verſuche.

Ich habe mir vorgenommen, demnächſt ſelbſt an dieſe Arbeit zu gehen, oder wenn ſie früher von andern Naturforſchern ausgeführet werden ſollte, ſo werde ich darnach mit Vergnügen meine über die Ausdehnungen der feuchten und trockenen Luft aufgeſtellten Geſetze prüfen, und nöthigenfalls berichtigen. Vor der Hand werden ſie, wie ich mir ſchmeichle, wenigſtens als Annäherungen zur Wahrheit keine ungeneigte Aufnahme finden.

G. G. Schmidt.

I n h a l t.

1) Ueber die Expanſivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen, vom Herrn Profeſſor Schmidt in Gießen. Seite 251

2) Ueber die Ausdehnung der trockenen und feuchten Luft durch die Wärme, und die Expanſivkraft des mit Luft vermiſchten Waſſerdampfes bey verſchiedenen Temperaturen, von Ebendemſelben. . . Seite 320

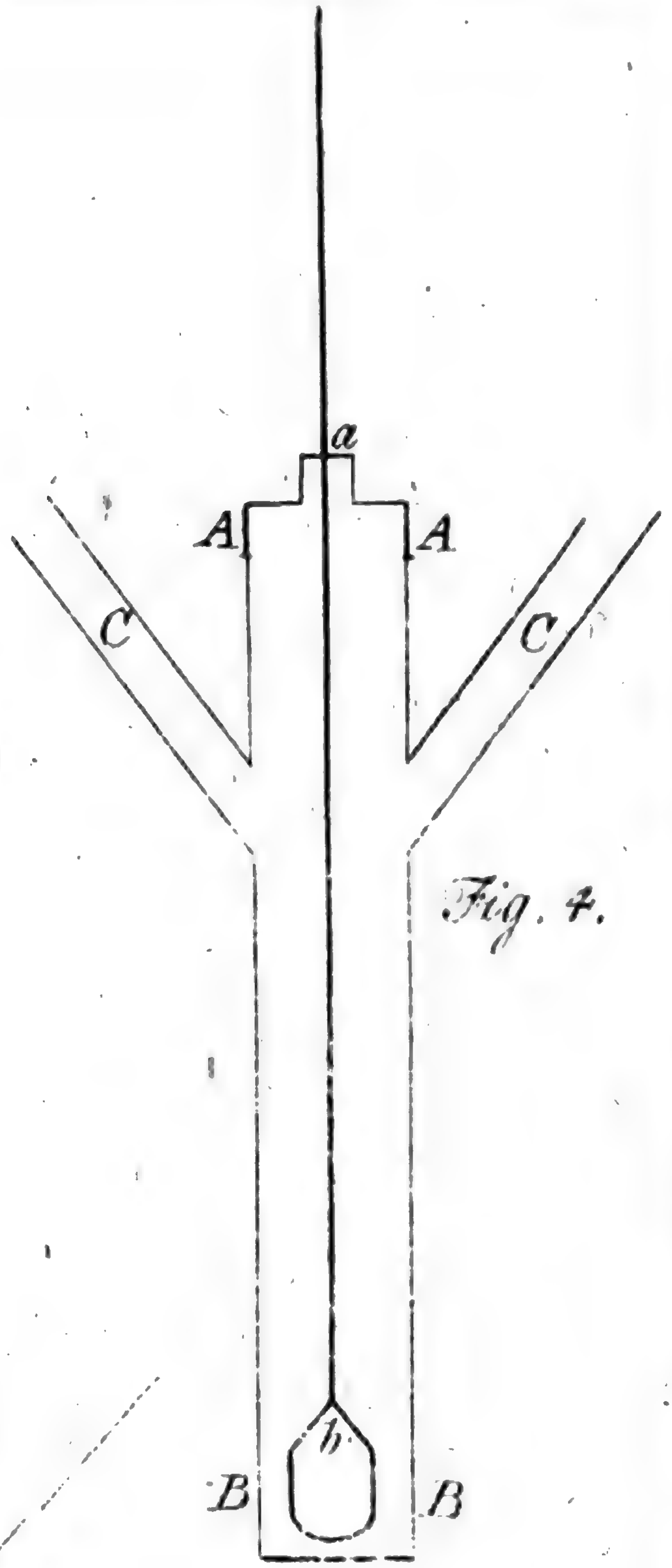
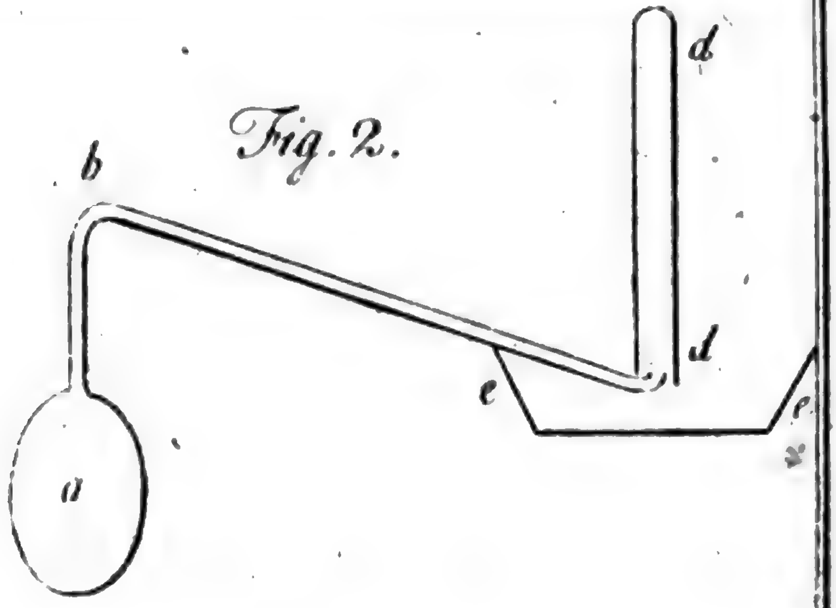


Fig. 4.

Fig: 5.

Digitized by Google

Fig. 2.



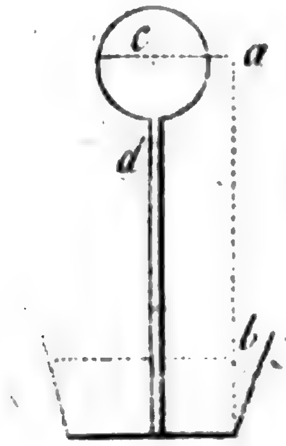
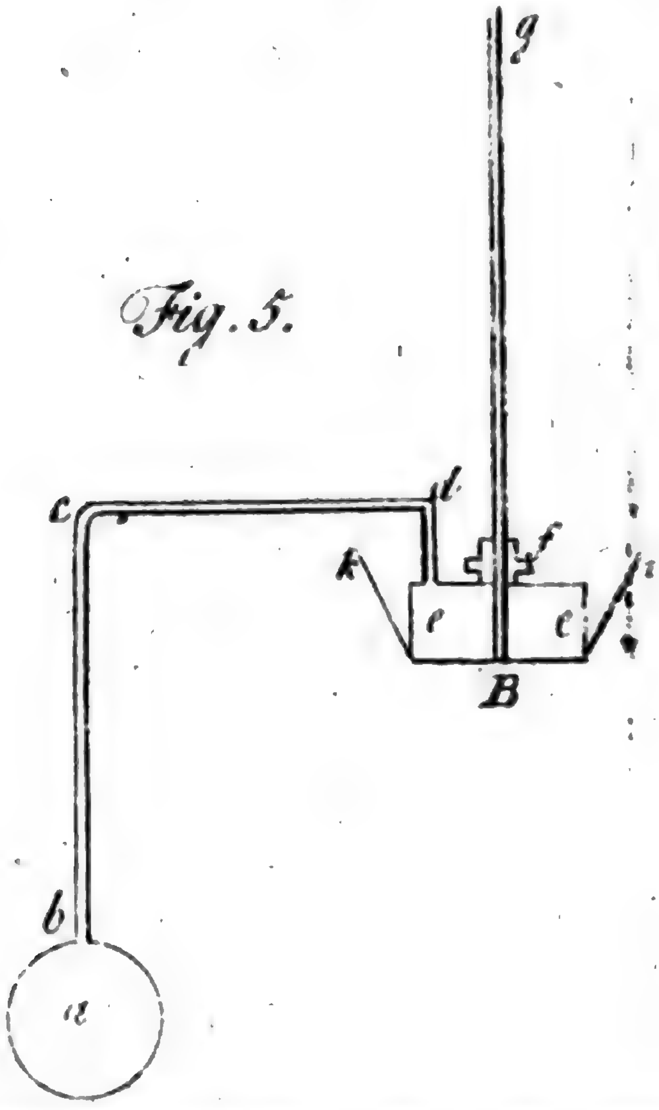


Fig. 4.

Fig. 5.



itized by Google

Neues
Journal
der
Phyſik.

Des vierten Bandes
viertes Heft.

Herausgegeben
von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Profeſſor zu Halle.

Nebſt drey Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Johann Jakob Renard, der Königl. Academie der Wiſſenſchaften und ſchönen Künſte zu Berlin wirklich beſtallter Mechanikus zur Verfertigung meteorologiſcher Inſtrumente, wie auch Königl. Däniſcher Hofmechanikus, giebt ſich die Ehre, den hieſigen Herren Gelehrten und Liebhabern der Phyſik ſeine Arbeiten hierdurch bekannt zu machen und ſich zugleich Ihrer Gewogenheit zu empfehlen.

Die Werkzeuge, die er vorzüglich und in einem hohen Grade von Vollkommenheit verfertigt, ſind:

1) Barometer aller Art, zu gewöhnlichem Gebrauch im gemeinen Leben; ferner Reiſe-Barometer, Barometer zum Höhenmeſſen, Seebarometer, und überhaupt alle zu einem vollſtändigen phyſikaliſchen Kabinette nöthige Barometer, mit und ohne Nonius.

2) Thermometer mit Queckſilber ſowohl als andern Flüſſigkeiten angefüllt, worunter erſtere beſonders von Luft gereinigt ſind. Dieſe verfertigt er von ſehr mannigfaltiger Einrichtung, wie es die jedesmahlige Abſicht bey ihrem phyſikaliſchen, chemiſchen oder ſonſtigem Gebrauch mit ſich bringt. Hiervon nur einiges zur Probe. Er verfertigt Thermometer von einer beſonders bequemen und noch nicht ſehr bekannten Einrichtung, deren Skalen von Glas und mit einem beweglichen Zeiger verſehen ſind. Sie laſſen ſich außerhalb des Fenſters an der Fenſterſcheibe befeſtigen und können, ohne daſſelbe zu öffnen, nicht blos beobachtet, ſondern auch der Zeiger an ihnen geſtellt werden. Bey einer zweyten Art zeichnet er die Skalen auf die Röhren ſelbſt, dieſe ſind vorzüglich bey aſtronomiſchen Beobachtungen, wo die Wirkſamkeit der Sonnenſtrahlen auf die gewöhnlichen Skalen in Betracht kömmt, zu gebrauchen. Eine dritte Art ſehr kleiner und dennoch ſehr empfindlicher Thermometer dient dazu, ihre Kugeln in die Blutgefäße und andere Höhlungen des thieriſchen Körpers zu bringen. Man könnte ſie phyſiologiſche Thermometer nennen. Bey den gewöhnlichen Gattungen von Thermometern macht er die Skalen von Holz, bey andern von Meſſing, Elfenbein u. ſ. w.

3) Sogenannte Areometer oder Hydrometer von Glas, die ſpecifiſchen Gewichte aller tropfbaren Flüſſigkeiten von der leichteſten Naphthe (Aether) an bis zum concentrirteſten Vitriolöle mit großer Schärfe zu beſtimmen. Er verfertigt ſie von zweyerley Art. Bey der einen zeigen die Abtheilungen des an ihnen befindlichen Stäbchens die Grade

Digitized by Google

der Dichtigkeit, bey der andern werden ſie durch Gewicht beſtimmt, die man in einen kleinen Becher legt, womit ſie verſehen ſind.

4) Verfertigt er auch alle mögliche Arten von Hygrometern.

Alle dieſe Inſtrumente werden übereinſtimmend auf die einfachſte Art und nach Angabe der bewährteſten Autoren von ihm verfertigt. Um ferner den Abtheilungen und denſelben die größte Vollkommenheit zu geben, deren ſie fähig ſind, ſo bedient er ſich dazu einer beſonderen Maſchine, vermöge welcher er eine gerade Linie in jede gegebene Anzahl gleicher, ſelbſt der feinſten Theile, theilen kann: denn eine lange praktiſche Erfahrung hat ihn gelehrt, daß die Eintheilung mit freyer Hand, beſonders wenn ſie nur etwas fein ſeyn ſoll, fehlerhaft und zuletzt unmöglich wird.

Da es nicht ſelten Perſonen giebt, die mehr auf den Preiß als den innern Werth einer Sache ſehen, und ſich alſo abhalten laſſen ſich gute und brauchbare Inſtrumente anzuſchaffen, ſo erbietet er ſich, ſeine Inſtrumente ſo wohlfeil als möglich zu geben, und hoffet ſonach einem jeden Genüge zu leiſten und die Ehre zu haben, ſeine Inſtrumente gemeinnützig machen zu können.

Schlüßlich erinnert er noch, daß, wenn ſich Perſonen finden ſollten, die die Verfertigung oben gedachter Inſtrumente, die Theilung der Glasſkalen ſowohl vermittelſt der Flußſpathſäure als des Diamanten und den Gebrauch des Emaillirtiſches bei Glasarbeiten zu erlernen wünſchen ſollten, er dazu jederzeit bereit ſeyn wird.

Bey J. A. Barth in Leipzig ſind kürzlich erſchienen: 1) Die Weyhnachtsfeyer in der Freyſchule zu Leipzig im Jahr 1797. Drey katechetiſche Unterredungen von Plato, Roſt und Dolz, 8. 5 gr. 2) Chriſtliche Religionsgeſänge für Bürgerſchulen, zunächſt für die Freyſchule zu Leipzig, dritte unveränderte Aufl. 8. 8 gr. 3) M. J. C. Dolz practiſche Anleitung zu ſchriftlichen Aufſätzen über Gegenſtände des gemeinen Lebens, beſonders für Bürgerſchulen. 8. 18 gr. 4) M. J. Ch. Dolz Andachtsbuch zum Gebrauch für gebildete junge Chriſten bey der Feyer des Abendmahls, zweyte verbeſſerte Aufl. 8. 7 gr. Bey dem allgemeinen Intereſſe, das dieſe hier angezeigte Schriften für mehrere Schulen haben, wird der Verleger denen, die ſich an ihn ſelbſt wenden, das fünfte Exemplar frey geben.

Digitized by Google

Ankündigung.

Herr G. U. A. Vieth, Lehrer der Mathemathik und Phyſik an der Hauptſchule zu Deſſau, hat ſich entſchloſſen, in meinem Verlage einen phyſikaliſchen Kinderfreund in einer Reihe kleiner Bändchen von 12 bis 14 Bogen herauszugeben. Der Zweck deſſelben iſt, die wichtigſten Lehren der Phyſik faßlich und unterhaltend für das jugendliche Alter von 10 bis 15 Jahren vorzutragen. Um dies zu erreichen, wird der Herr Verf. die Materien vorzüglich aus dem gemeinen Leben und aus der Sphäre des Alters, für die das Buch beſtimmt iſt, wählen, in kurzen Abſchnitten leicht, faßlich und ſo viel möglich ſinnlich vortragen, mehrentheils von individuellen Erſcheinungen ausgehen, und deren Erklärung geben oder aufſuchen laſſen. Der Vortrag wird in Geſprächen, Erzählungen und Briefen abwechſeln, um die Aufmerkſamkeit mehr zu feſſeln, und bald in Vignetten, bald in größern Kupfern, wie es die Gegenſtände fordern, Figuren und Inſtrumente zur deutlichen Erklärung beygefügt werden.

Ich würde meine Zeitgenoſſen herabzuſetzen glauben, wenn ich dazu mir erſt den Beyfall des Publikums erbitten ſollte. 1) Fehlt ein ſolcher ſtufenweiſer Unterricht über die vorzüglichſten Gegenſtände der Naturlehre noch ganz, und kann ſelbſt Schul- und Privatlehrern nützlich werden. 2) Begriffe über die täglich vorkommenden Erſcheinungen im gemeinen Leben können nie früh genug begründet und berichtigt werden, und 3) gewährt ſchon der Einfluß auf Handwerke und Künſte, und jeden, der nicht nur oberflächlich etwas beurtheilen will, das unterhaltendſte Intereſſe. Der Gemeinnützigkeit wegen, ſetze ich den Preis eines Bändchens auf 10 gr. Sächſ. Pränumeration. Wer ſieben Exemplare beſtellt, erhält das ſiebente frey. Nach Neujahr erſcheint das erſte Bändchen, welches nachher etwas höher verkauft werden muß. Man kann ſich an alle Buchhandlungen deshalb wenden, zunächſt aber an den Verleger in Leipzig.

Den 1ſten Nov. 1797. J. A. Barth.

Von dem beliebten Engelhard- und Merkelſchen neuen Kinderfreund iſt die neue Aufl. 1s und 2s Bändchen bey mir fertig. Das 3te und 4te Bändchen erſcheinen zu Neujahr, und die Pränumeration auf jedes Bändchen 8 gr. Sächſ. oder auf alle 12 Bändchen 3 Rthlr. 12 gr. bleibt bis zur Erſcheinung des letzten Bändchens offen. Auch hierbey erhält der Sammler auf ſechs Exemplare das ſiebente frey.

Digitized by Google

I.

Beſchreibung eines ſehr zuverläſſigen und leicht anwendbaren Eudiometers,

vom

Profeſſor Gren.

Seit der Erfindung des Eudiometers durch Prieſtley hat man ſo vielerley Vorſchläge gethan, welche theils dahin abzweckten, die Reſultate der Verſuche damit genauer und zuverläſſiger, theils die Behandlung des Inſtruments bequemer zu machen, daß die Litteratur über die Eudiometrie ſchon beträchtlich angewachſen iſt. Demungeachtet muß man geſtehen, daß alle bis jetzt von Prieſtley, Scheele, Lavoiſier, Seguin, Guyton vorgeſchlagenen eudiometriſchen Mittel, und die von dieſen und Fontana, Ingenhouſz, Reboul, und anderen angegebenen Methoden ihrer Anwendung noch nicht den Grad der Genauigkeit und Zuverläſſigkeit in die Eudiometrie gebracht haben, der zu wünſchen iſt. Ich habe mich aller dieſer Mittel und Methoden bedient, und bey allen weſentliche Mängel beobachtet. Ich blieb zuletzt bey der von Re-

boul beſchriebenen Verfahrungsart, bey dem Verbrennen des Phosphors in der zu prüfenden Luft, ſtehen; aber nie gelang es mir auch damit übereinſtimmenmende Erfolge bey einerley Luftart zu erhalten, und was ich vorzüglich bemerke, eine ſolche Verminderung des Luftvolums zu bewirken, wie es der durch andre eudiometriſche Mittel zu beſtimmende Gehalt an Sauerſtoffgas erfordert hätte. Es bildet ſich nämlich bey dieſem Verbrennen und Erhitzen des Phosphors eine Auflöſung deſſelben in dem rückſtändigen Stickgas, wie ſchon der Geruch des letztern anzeigt, und es wird dadurch das Volum dieſes Gas größer, als es im reinen Zuſtande ſeyn würde.

Alle meine bisherigen Unterſuchungen haben mich überzeugt, daß, wenn man mit Genauigkeit den Gehalt des Sauerſtoffgas in der zu prüfenden Luft erforſchen und beſtimmen will, man darauf Verzicht thun müſſe, ſogleich und auf der Stelle ein Reſultat zu erhalten. Ich ſehe aber nicht ein, warum dies eine unerläßliche Bedingung bey eudiometriſchen Erfahrungen ſeyn müſſe. Wenn dies aber nicht iſt, ſo haben wir an dem allmähligen und langſamen Verbrennen des Phosphors, oder ſeinem Zerflieſſen, bey der mittlern Temperatur, das vollkommenſte eudiometriſche Mittel, und ſind im Stande in der zu prüfenden Luft auch den kleinſten Reſt des darin befindlichen Sauerſtoffgas wegzuſchaffen. Das Mittel wirkt zwar langſam, und es ſind mehrere Tage erforderlich, ehe man das Reſultat daraus ziehen kann, dafür iſt dies letztere auch deſto ſicherer. Durch dieſes Mittel gelang es mir, Verminderungen des Volums der damit geprüften atmoſphäriſchen Luft zu erhalten, wie ich ſie durch alle anderen vorgeſchlagenen Mittel nie erhalten konnte und erhalten hatte. Da man die Luft jedes Orts, die man eudio-

eudiometriſche prüfen will, in genau verſchloſſenen Gefäßen transportiren und aufheben kann, ſo iſt es gar nicht nöthig, an Ort und Stelle die Verſuche damit anzuſtellen, und das Mittel behält alſo für die Luft jedes Orts ſeine Anwendbarkeit, falls man nur, welches wohl zu merken iſt, die Temperatur und den Grad der Zuſammendrückung dieſer Luft an Ort und Stelle beobachtet hat.

Das Eudiometer ſelbſt läßt ſich nun mit dieſem Mittel auf folgende Art ſehr leicht und bequem vorrichten. Man nimmt eine cylindriſche Glasröhre, die an dem einen Ende geſchloſſen und an dem andern offen, etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll weit, und 15 bis 16 Zoll lang iſt. Man theilt ſie von dem geſchloſſenen Ende an herabwärts in pariſer Zolle, Linien, und Viertellinien ein. Am beſten iſt es freylich, wenn dieſe Scale in das Glas ſelbſt eingeſchnitten oder eingeätzt wird. Wenn man ſie auf Papier aufträgt, ſo muß man dies mit einem Firnis auf die Röhre aufkleben, und mit demſelben überziehen, damit die Scale bey der Behandlung der Röhre im Waſſer keinen Schaden leide. Man nimmt ferner einen Korkſtöpſel, der im Durchmeſſer etwa einige Linien ſchmäler, als die Röhre, und $\frac{1}{2}$ Zoll hoch iſt. Man ſteckt drey oder vier Nadeln neben einander hindurch, ſo daß ſie nahe genug bey einander ſtehen, um eine kleine Stange Phosphor gehörig feſt dazwiſchen ſtellen zu können. An der untern Fläche dieſes Korks befeſtigt man an dem Knopfe einer dieſer Nadeln einen hinreichend langen Zwirnsfaden.

Um mit dieſem einfachen eudiometriſchen Apparate die Prüfung einer Luft vorzunehmen, füllt man die Röhre in einer Wanne mit Waſſer völlig an, und läßt von der zu prüfenden Luft mehrere Zolle hineintreten. Man

Digitized by Google

ſenkt die Röhre vollkommen vertical ſo tief in das Waſſer, daß dieſes auswendig ſo hoch ſtehe, als inwendig, damit die eingeſchloſſene Luft denſelbigen Grad der Zuſammendrückung erhalte, als die äußere hat, und beobachtet dann den Stand des Waſſers innerhalb der Röhre an der Scale derſelben. Man merkt ferner den gleichzeitigen Barometerſtand und die Temperatur des Waſſers der Wanne an. Die Luft in der Röhre wird nämlich die Temperatur des Waſſers der Wanne haben, wenn man Sorge trägt, während der Beobachtung des Waſſerſtandes darin ſie mit dieſem Waſſer wiederhohlt zu überſchütten. Wenn dieſe Beobachtungen gehörig gemacht ſind, ſo bringt man den vorgerichteten Kork, mit einem Stängelchen Phosphor darauf, in die Mündung der Röhre unter dem Waſſer und läßt ihn darin aufſteigen. Es iſt nöthig, daß der Kork vorher gehörig vom Waſſer durchdrungen ſey, damit er keine neue Luft unter die Röhre bringe. Der auf dem Waſſer der Röhre ſchwimmende Kork ragt etwas aus dem Waſſer hervor, und der Phosphor, den er trägt, iſt mit der Luft in unmittelbarer Berührung. Man bringt jetzt die Röhre in einen mit Waſſer gefüllten gläſernen Cylinder, und kann ſie ſo an jeden beliebigen Ort hintragen. Es iſt gut, wenn ſie an einem Orte ſteht, deſſen Temperatur nicht zu niedrig iſt; am beſten iſt dieſe von 15 bis 16 Grad. Nie darf aber die Temperatur ſo hoch ſeyn, daß der Phosphor in Selbſtentzündung kommen könnte. Der Phosphor zerſetzt nun das Sauerſtoffgas allmählig und langſam, aber vollſtändiger und genauer, als irgend eine andre bekannte Subſtanz. Er zerfließt bekanntlich hierbey zu einer Säure, und leuchtet im Dunkeln. Einige ſchwankenden Bewegungen der Röhre dienen, um von Zeit zu Zeit die Säure, die auf ſeiner Oberfläche klebt, wegzuſpühlen. Auch kann man, wenn man es für nöthig findet, friſchen

ſchen Phosphor auf dem Korke in die Luft bringen, indem man in der Waſſerwanne den Kork an dem Faden herauszieht, und den Phosphor wechſelt. Man läßt übrigens die Luft mehrere Tage, und überhaupt ſo lange, der Einwirkung des Phosphors ausgeſetzt, bis im Dunkeln keine Spur von Leuchten mehr wahrzunehmen iſt. Noch iſt zu bemerken, daß in dem Gefäße, worin die Röhre ſteht, immer Waſſer genug die ganze Zeit des Verſuchs hindurch bleibe, damit keine Luft in die Röhre treten könne.

Nach vollendeter Zerſetzung des bey der zu prüfenden Luft geweſenen Sauerſtoffgaßes iſt nun noch übrig, den Rückſtand der Luft zu meſſen, und bey gleichem Grade der Zuſammendrückung und Wärme ihrem Volume nach mit dem der angewandten Luft zu vergleichen. Man bringt alſo die Röhre wieder in die Wanne, die mit Waſſer von der vorigen Temperatur gefüllt iſt, und zieht den Kork heraus. Ein Hauptumſtand bey der jetzt vorzunehmenden Meſſung iſt es, daß die rückſtändige Luft wieder denſelbigen Grad der Zuſammendrückung erhalte, den ſie beym Anfange des Verſuches hatte. Wenn der Barometerſtand jetzt genau wieder derſelbige wäre, der bey der erſten Meſſung ſtatt fand, ſo hätte man weiter nichts nöthig, als die Röhre wieder eben ſo tief in das Waſſer zu tauchen, daß es auswendig ſo hoch ſteht, als inwendig, und dann an der Scale den Waſſerſtand der Röhre genau anzumerken. Wenn aber der Barometerſtand jetzt höher iſt, als beym Anfange des Verſuches, ſo würde, wenn man ſo verfahren wollte, die rückſtändige Luft in der Röhre ſtärker zuſammengedrückt ſeyn, als ſie beym Anfange des Verſuches und bey der erſten Meſſung war; ſie würde folglich einen kleinern Raum erfüllen, als ſie ſollte. Man muß ihr alſo den niedrigern Barometerdruck wieder geben. Dies erreicht

 man,

man, wenn man die Röhre ſo weit aus dem Waſſer hervorzieht, daß die Waſſerfläche innerhalb derſelben um ſo vielemale 14 Linien höher als die äußere, ſteht, als die Anzahl der Linien iſt, um welche der jetzige Barometerſtand den vorigen übertrift. Eben dies iſt die Urſach, warum die Abtheilung der Scale an der Röhre in Zollen und Linien ausgedrückt ſeyn muß. Erſt nach dieſer Berichtigung beobachtet man den Stand des Waſſers oder der Luft in der Röhre, wobey man, wie ſich von ſelbſt verſteht, wiederum dafür ſorgt, die Luft der Röhre dadurch von der vorigen Temperatur zu erhalten, daß man die Röhre mit dem eben ſo temperirten Waſſer der Wanne wiederhohlt überſchüttet. — Wenn endlich der Barometerſtand bey der zuletzt angeſtellten Meſſung niedriger ſeyn ſollte, als er beym Anfange des Verſuches war, ſo müßte man die Röhre ſo tief ins Waſſer tauchen, daß es auswendig ſo vielemale 14 Linien höher ſtünde, wie inwendig, als die Anzahl der Linien beträgt, um welche der jetzige Barometerſtand niedriger iſt, als der vorige. Aber dann läßt ſich der Stand des Waſſers in der Röhre gar nicht oder nicht ſcharf und genau beobachten, und daher halte ich es für beſſer, einen höhern Barometerſtand abzuwarten. — Schwerlich hat man bey den bekanntgemachten eudiometriſchen Unterſuchungen dieſe Bedingungen immer erfüllt, die doch ſo unerläßlich ſind. — Wenn man annehmen darf, daß alle Gasarten das Mariottiſche Geſetz befolgen, und daß bey gleichem Grade des Drucks und der Wärme der Grad ihrer Ausdehnbarkeit derſelbige ſey, woran man doch wohl zu zweifeln Urſach hat, ſo ließe ſich aus dieſem Geſetze die nöthige Correction wegen der Zuſammendrückung dieſer Luft leicht durch Rechnung finden.

Es iſt nun noch übrig, die Volumina der Luft vor und nach dem Verſuche zu meſſen, um aus der Differenz

ferenz derſelben den Gehalt an Lebensluft zu beſtimmen. Hierzu finde ich am beſten und bequemſten, daß man reines deſtillirtes Waſſer in die Röhre wiegt, ſo daß es darin genau ſo viel Raum einnimmt, als die Luft nach dem Verſuche, und dann wiederum ſo viel, als ſie vor dem Verſuche darin einnahm, und dieſe Waſſermengen in Granen ausdrückt. Dann läßt ſich durch eine leichte Rechnung der Gehalt der geprüften Luft an Sauerſtoffgas in Tauſendtheilen des Volums derſelben finden, wenn man das angewandte Luftvolum = 1000 ſetzt.

2.

Ueber die Vermehrung der Elaſtizität und die Ausdehnung einiger künſtlichen Luftarten durch die Wärme,

vom

Herrn Prof. Schmidt,

in Gießen.

Da meine Unterſuchungen über die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft (ſ. oben B. IV. S. 320. ff.) ſo ſehr von Herrn Prieurs Reſultaten abweichen, und dagegen viel beſſer mit den ältern Beobachtungen von Amontons, Delüc und Lambert ſtimmten, ſo nahm ich mir gleich vor, die Ausdehnungen der übrigen von Herrn Prieur unterſuchten Gasarten ebenfalls nach meiner Methode zu prüfen. Ich bediente mich hierbey des in der angeführten Abhandlung beſchriebenen Elaſtizitätsmeſſers, der nur in ſo fern abgeändert war, daß das obere Ende der Barometerröhre a (Fig. 1. Taf. I.) offen blieb, und blos durch einen Korkſtopfen, durch den eine feine offene Glasſpitze gieng, verſchloſſen wurde.

Die Art, wie ich die Gefäße des Elaſtizitätsmeſſers mit den Gasarten füllte, war folgende. Ich brachte in den untern gekrümmten Theil der Röhre und der obern Kugel Queckſilber bis zur Höhe dd, und die Oeffnung c der untern Kugel in eine Schaale voll Queckſilber. Hierauf

Hierauf ſteckte ich in die Oeffnung b den Thermometer-kork, ohne jedoch die Oeffnung luftdicht zu verſchlieſſen, und ließ durch die unter Queckſilber befindliche Oeffnung c das Gas ſo lange hineinſtröhmen, bis ich gewiß über-zeugt ſeyn konnte, daß alle atmoſphäriſche Luft zur Oeff-nung b hinaus getrieben war. In dieſem Augenblick verſchloß ich die Oeffnung b noch während dem das Gas durch c einſtröhmte, und hierauf gleich die Oeffnung c unter Queckſilber. Zur Vorſicht ließ ich noch einige Tropfen Queckſilber über dem Kork in c ſtehen, welches die luftdichte Verſchlieſſung deſſelben befördert. Dieſe Methode, den Elaſtizitätsmeſſer zu füllen, fand ich eben ſo genau, und viel bequemer, als den anfänglich einge-ſchlagenen Weg, da ich beide Gefäße b und c, und den größten Theil der Röhre mit Queckſilber füllte, hierauf die Oeffnung a luftdicht verſchloß, und c unter Queck-ſilber öffnete, da alsdann das Queckſilber in der Röhre a d nur zum Theil herunterſank, und das Gas durch die Oeffnung c auf die gewöhnliche Weiſe eingefüllt werden konnte. Das unſichere dieſes Verfahrens beſteht darin, daß ſich eine ziemliche Menge in kleinen Blaſen zerſtreuete atmoſphäriſche Luft, während dem Einfüllen des Gaſes, mit dem Gas vermiſcht, und die Unbequemlichkeit, daß die von dünnem Glas gefertigten Gefäße, durch das Gewicht des eingefüllten Queckſilbers, ohne große Vor-ſicht leicht zerbrechen. Dagegen bürgt mir die Art, wie man den Elaſtizitätsmeſſer durch Waſſerdämpfe eva-cuiren kann, dafür, daß das durch c einſtröhmende Gas die Luft vor ſich hertreibe, wenn man nur die Vorſicht gebraucht, drey bis viermal ſo viel Gas durch die Ge-fäße ſtröhmen zu laſſen, als zur Füllung derſelben nöthig iſt. Wenn der Elaſtizitätsmeſſer mit dem Gas gefüllt war, ſo brachte ich ihn in ein Gefäß mit heißem Waſſer, und beobachtete, indem das Waſſer allmählig erkaltete, den Gang des Thermometers und der Queckſilberſäule

 in

Digitized by Google

in der oben offnen Röhre a d, benebſt dem Barometerſtand und der Temperatur der Luft zur Zeit des Verſuchs. Ich ſchreite nun zur Erzählung der einzelnen Verſuche.

Sauerſtoffgas (dephl. Luft.)

Ich bereitete dies Gas aus dem rothen Queckſilberpräcipitat, indem ich mich dazu des kleinen Glasgeräthes bediente, welches ich im 2ten Band S. 291 des neuen Journals beſchrieben habe. Um das Gas recht trocken in die Gefäße des Elaſtizitätsmeſſers zu bringen, ließ ich das zuerſt übergehende weggehen, und fing es nur dann auf, wenn das Retörtchen ſchon eine Zeitlang roth glühte, und zum Ueberfluß hatte ich noch in das Zwiſchengefäß, welches zum Auffangen des reducirten Queckſilbers dient, etwas geglühte Potaſche gebracht.

Erſter Verſuch.

Barometerſtand 27 Z. 9 Lin. Therm. am Barom. 19°.

	Therm. im Elaſtizitätsmeſ.	Stand des Queckſilbers in der Röhre des Elaſtizitätsmeſ.	Stand des Queckſilbers im Gefäß.
		par. Zoll	par. Zoll
vor dem Verſuch in der Luft beob.	$18\frac{1}{3}$°	0,58	0,1
im heißen Waſſer beobachtet.	63°	5,61	
	60°	5,26	
	55°	4,78	
	50°	4,29	
	45°	3,74	
	40°	3,12	
	35°	2,45	
nach dem Verſuch in der Luft beob.	20°	0,70	0,07
	$18\frac{1}{3}$°	0,56	

Der Unterſchied in dem Stande des Queckſilbers im Gefäß vor und nach dem Verſuch, iſt blos zufällig, und rühret davon her, daß bey der Herausnahme des Inſtrumentes aus dem Topf voll Waſſer, durch eine zu ſtarke Neigung etwas Queckſilber aus der obern in die untere Kugel fiel. Das Verhältniß der Röhre zum Gefäß des Elaſtizitätsmeſſers an der Stelle, wo die Oberfläche des Queckſilbers ſich befand, war = 1 : 49. Nach dieſem Verhältniß ſind die angegebenen Queckſilberhöhen berichtiget worden. Wenn man die Elaſtizität des Gaſes vor und nach dem Verſuch bey derſelben Wärme von $18\frac{1}{3}°$ mit einander vergleicht, ſo findet ſich eine Uebereinſtimmung bis auf ein Hunderttheil Zoll, folglich wurde während dem Verſuch unmerklich wenig Gas durch die Verkalchung des Queckſilbers abſorbiret. Deſto auffallender war mir die Erſcheinung des unregelmäßigen Wachsthums der Elaſtizität des eingeſchloſſenen Gaſes mit der Wärme. Ich leite aus den Beobachtungen die Elaſtizitäten des eingeſchloſſenen Gaſes von 5 — 5 Graden der Wärme für das unveränderliche Niveau = 0 her.

Sie ſind folgende

				Unterſchiede.	
20°	—	0, 63			
25	—	1, 203	—	0, 573	berechnet.
30	—	1, 776	—	0, 573	berechnet.
35	—	2, 35	—	0, 574	berechnet.
40	—	3, 02	—	0, 67	
45	—	3, 64	—	0, 62	
50	—	4, 19	—	0, 55	
55	—	4, 68	—	0, 49	
60	—	5, 16	—	0, 48	

Die Unregelmäßigkeit der Unterſchiede ließ mich eher auf irgend einen Fehler in dem Verſuch, oder der Beob-

achtung

achtung, als auf ein ſo irregulaires Geſetz der Ausdehnung des Sauerſtoffgaſes rathen. Bey nachmaliger Prüfung meines Apparats glaubte ich den Fehler darin ſetzen zu müſſen, daß die Kugel des Thermometers nicht weit genug in das obere Gefäß des Elaſtizitätsmeſſers reichte, und dieſes ſelbſt nicht tief genug unter Waſſer kann, beſonders nach dem ſich der Raum des Waſſers durch die Erkältung ſo vermindert hatte, daß ein kleiner Theil des obern Gefäßes über das Waſſer hervorragte.

Bey dem folgenden Verſuch vermied ich dieſen Fehler ſorgfältig, indem ich ſtets das Waſſer durch Zugieſſen in einerley Höhe erhielt, und zugleich die Kugel des Thermometers in das Gefäß tiefer verſenkt hatte.

Zweyter Verſuch.

Stand des Barometers 27 Zoll 10,3 Linien = 27,86 Zoll. Thermometer am Bar. 17°

Thermom. im Elaſtmeſſer	Queckſilberhöhe in der Röhre	in der Kugel	
$18\frac{1}{4}°$	0, 15	0,	vorm Verſuch in d. Luft beobachtet.
65	5, 11		im heißen Waſſer beobachtet.
60	4, 56		
55	3, 98		
50	3, 39		
45	2, 70		
40	2, 12	0,	im Waſſer beobachtet.
35	1, 52		
30	0, 94		
25	0, 35		
20	0, 22	0,	
15	0, 82		

Man

Man nehme die Unterſchiede der Elaſtizität von 5 — 5 Graden, ſo findet man

65	bis	60	—	0, 55
60	—	55	—	0, 58
55	—	50	—	0, 59
50	—	45	—	0, 69*
45	—	40	—	0, 58
40	—	35	—	0, 60
35	—	30	—	0, 58
30	—	25	—	0, 59
25	—	20	—	0, 57
20	—	15	—	0, 60

Sie ſind, die mit * bezeichnete ausgenommen, von deren Abweichung ich noch beſonders reden will, zwiſchen den Gränzen 0,55 — 0,60 ab- und zunehmend, oder wenn man auch den erſten Unterſchied wegläßt, zwiſchen den noch engern Gränzen von 0,57 — 0,60 enthalten. Dies berechtiget wohl zu der Vorausſetzung, die Ausdehnung des Sauerſtoffgaßes den Unterſchieden der Wärme proportional zu ſetzen, und ich will nun dieſe Vorausſetzung weiter prüfen. Vorerſt will ich bemerken, daß die angegebenen Queckſilberhöhen noch einer kleinen Verbeſſerung bedürfen, wegen der Ausdehnung, die das Gas erlitt, in dem das Queckſilber aus dem Gefäß in die Röhre trat. Ich maaß den innern Raum der beiden Gefäße nach Abzug deſſen, welchen das Queckſilber bis dd einnahm, durch Aichen mit Queckſilber, und fand ihn 6,1 par. Cubikzoll. Der Durchmeſſer der cylindriſchen Röhre betrug genau 0,2 Zoll p. M., folglich hatte eine Länge von einem Zoll 0,0314 C. Zoll Inhalt, oder ſie war der 0,00515te Theil des Raums der Gefäße.

Man darf daher nur die gefundenen Queckſilberhöhen mit der Zahl 1,00515 multipliciren, um die, wegen

gen der Ausdehnung des Gaßes berichtigten zu erhalten. Dieß giebt

65°	—	5,136		Unterſchiede.
60	—	4,583	—	0,553
55	—	4,000	—	0,583
50	—	3,407	—	0,593
45	—	2,713	—	0,694*
40	—	2,130	—	0,583
35	—	1,527	—	0,603
30	—	0,945	—	0,582
25	—	0,351	—	0,594
20	—	- 0,220	—	0,571
15	—	- 0,825	—	0,605

Wenn man aus den durch den Verſuch gefundenen Queckſilberhöhen von 15° und 20° die für 18¾° herleitet, ſo findet man — 0,431. Vor dem Verſuch war ſie nur — 0,15, folglich fand während dem Verſuch eine Verminderung der Elaſtizität von 0,281 Zoll ſtatt. Dieſe kann, da der Apparat, wie ich mich durch wiederhohlte Prüfungen verſichert habe, nicht nur während dem Verſuch, ſondern noch mehrere Tage nach demſelben vollkommen ſchloß, nur von der Abſorptior des Sauerſtoffgaßes durch die Verkalchung des Queckſilbers hergerühret haben. Hiervon mag ſich auch der mit * bezeichnete große Unterſchied herſchreiben. Warum indeſſen die Abſorption gerade hier ſo ſtark war, das weiß ich eben ſo wenig zu erklären, als warum ich bey dem erſten Verſuch gar keine Abſorption bemerkt habe, wenn anders die Urſache nicht darin liegt, dvß durch zufälliges Rütteln des Apparats die Kalchhaut auf dem Queckſilberſpiegel, welche ſich ſchon bey Einfüllung des Sauerſtoffgaſes bildet, entfernt nud in das untere Gefäß gebracht worden iſt. Denn indem ich dieſes ſchreibe (drey

Tage

Tage nach dem Verſuch) bemerke ich, daß der Queckſilberſpiegel im obern Gefäß nur mit einigen nicht zuſammenhängenden Kalchpünctchen, hingegen der Queckſilbertropfen auf dem Propfen des untern Gefäßes mit einer dicken Kalchhaut überzogen iſt.

Nach Abzug der Abſorption beträgt die Vermehrung der Elaſtizität in zweyten Verſuch von 15 — 65° 5,680 Zoll, folglich von 5 — 5 Graden (die Ausdehnung gleichförmig geſetzt) 0,568, und von 0° — 80° = 9,088 Zoll. Dies giebt mit dem Barometerſtand dividiret, die Ausdehnung des Sauerſtoffgaſes

für 5 Grade des 80theiligen Thermometers 0,02055
für 80 Grade 0,3288
den Raum bey 0° = 1 geſetzt.

Wenn ich gleich die einzelnen Beobachtungen des erſten Verſuchs nicht für richtig erkenne, ſo können doch die äuſſerſten Beobachtungen zur Vergleichung dienen, weil die untere Beobachtung in der Luft wiederhohlet angeſtellet worden iſt, und bey den höchſten Graden der oben angegebene Fehler durch die Erkältung und Zuſammenziehnug des Waſſers noch nicht merklich eingetreten ſeyn kann. Ich nehme die Vermehrung der Elaſtizität von $18\frac{1}{3}°$ — 60° = 4,78 und corrigire ſie wegen der Ausdehnung des Gaſes, ſo erhalte ich 4,804 Zoll,

dieß giebt für 5° = 0,5768
80° = 9,2288

Mit dem Barometerſtand 27,75 dividiret,

die Ausdehnung für 5° = 0,02077
80 = 0,3323

ſehr wenig von dem Reſultat des zweyten Verſuchs verſchieden. Um die Vorausſetzung von der gleichförmigen Ausdehnung des Sauerſtoffgaßes durch die Wärme ferner zu prüfen, ſtellte ich noch folgenden Verſuch an.

Digitized by Google

Dritter Verſuch.

Ich nahm ein dünnes Apothekerglas, und füllte es bis an die innere Mündung des Halſes (ſo weit der Stopfen reichte) voll Queckſilber; das darin enthaltene Queckſilber wog 3 Pfund 23 Loth Cöln. M. Dies giebt den Inhalt des Glaſes, das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers = 13,5 geſetzt, 6,8 Cubikzoll ſehr nahe. Ich füllte hierauf das Glas unter Queckſilber mit Sauerſtoffgas, das ich auf die ſchon beſchriebene Weiſe aus dem rothen Präcipitat entband, und verſchloß hierauf das Gefäß mit einem Korkſtopfen, durch welchen eine unter einem ſtumpfen Winkel gebogene Glasröhre gieng. Den Korkſtopfen überſchmolz ich noch aus Vorſicht mit Siegellack. Das eine Ende der Glasröhre war mit einem Wachskügelchen verſchloſſen. Nun brachte ich das Glas bis an den Hals in ſiedendes Waſſer, indem ich zugleich die Röhre öffnete; das Glas blieb $\frac{1}{4}$ Stunde lang im ſiedenden Waſſer, worauf ich die Röhre mit Wachs ſchloß, und das Glas ſchnell in die Fig. 2. angegebene Lage brachte, damit die Oeffnung der Röhre in eine Schaale reichte, welche bis zum Rand a a voll Queckſilber gefüllt war. Sobald hierauf das Wachs von der Röhre entfernt wurde, trat das Queckſilber aus der Schaale in das Glas in dem Maaß, wie ſich die eingeſchloſſene Luft nach und nach bis zur Temperatur der äuſſern Luft oder des um die Flaſche gegoſſenen Waſſers erkältete. Bey einer Temperatur von 17° war das Gewicht des eingetrettnen Queckſilbers $23\frac{6}{16}$ Loth. Um genau die Wärme zu beſtimmen, welche die Luft in dem ſiedenden Waſſer angenommen hatte, brachte ich nach dem Verſuch ſtatt der gekrümmten Röhre ein Thermometer durch den Stopfen in das Glas, und taugte das Glas wieder eben ſo lange, wie vorher, ins ſiedende Waſſer. Das Thermometer ſtieg bis zu 78°, wo es unveränderlich blieb. Dividiret

dividirt man das Gewicht des eingedrungenen Queckſilbers durch den Unterſchied der Queckſilbergewichte vor und nach dem Verſuch, ſo erhält man für die Ausdehnung des Sauerſtoffgaßes von 17° — 78° = 0,245 und von 0 — 80° = 0,3213. Ebenfalls nur in den Tauſendtheilen von dem zweyten Verſuch verſchieden. Das Mittel, aus den drey Verſuchen giebt die Ausdehnung des Sauerſtoffgaßes von 0 — 80° = 0,3278 nur um 0,001 von dem Reſultat des zweyten Verſuchs verſchieden, welchen ich für den richtigſten halte. Die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft beträgt nach meinen Unterſuchungen von 0 — 80° 0,3574, folglich iſt die Ausdehnung des Sauerſtoffgaßes um 0,0296 geringer.

Waſſerſtoffgas (inflammabele Luft).

Ich bediente mich zur Entbindung des Waſſerſtoffgaßes des Zinks und der verdünnten Schwefelſäure. Um das Gas trocken und frey von ſchwefel- und kohlenſaurem Gas zu erhalten, brachte ich zwiſchen die gläſerne Entbindungsflaſche, und die durch Queckſilber geſperrte untere Mündung c des Elaſtizitätsmeſſers ein Zwiſchengefäß, das mit gröblich zerſtoſſener ausgeglüheter Potaſche und gebranntem Kalch angefüllt war. Uebrigens verfuhr ich bey Anſtellung der Verſuche ganz auf die ſchon beſchriebene Weiſe. Ich ſetze gleich die zu den beobachteten Wärmegraden gehörigen, wegen des veränderlichen Niveau und der Ausdehnung des Gaßes corrigirten Queckſilberhöhen des Elaſtizitätsmeſſers her.

Erſter Verſuch.

Barometer 27 Zoll 8 Linien. Thermometer 19°

Wärme.	Queckſilberhöhen Röhre.	Kugel.	
20°	0,	0,	vorm Verſuch in der Luft beobachtet.
65°	4, 82		im Waſſer beobachtet.
60°	4, 46		
55°	4, 05		
50°	3, 54		
45°	3, 08		
40°	2, 61	0,	im Waſſer beobachtet.
35°	2, 05		
30°	1, 44		
25°	0, 93		
20°	0, 41		
15°	−0, 15		
20°	− 0, 15		einen Tag nach dem Verſuch in der Luft beobachtet.

Die Unterſchiede der Queckſilberhöhen ſind in den höhern Graden der Wärme beträchtlich abnehmend, wie die folgende Reihe zeigt.

Unterſchied der Wärme.				der Queckſilberhöhe
20,	—	15	—	0, 56
25	—	20	—	0, 52
30	—	25	—	0, 51
35	—	30	—	0, 61
40	—	35	—	0, 56
45	—	40	—	0, 47
50	—	45	—	0, 46
55	—	50	—	0, 41
60	—	55	—	0, 36

Die

Digitized by Google

Die Urſache dieſer Abnahme des Wachsthums der Elaſtizität des Waſſerſtoffgaßes bey gleicher Zunahme der Wärme, ſchreibe ich der durch die höhere Temperatur beförderten Verbindung des Waſſerſtoffes mit dem Queckſilber und deſſen Kalch zu. Denn ich hatte ſehr deutlich bemerkt, daß das weißgraue Kalchhäutchen, welches die Oberfläche des Queckſilbers im Elaſtizitätsmeſſer bey Einfüllung des Waſſerſtoffgaßes überzog, bey Beendigung des Verſuchs eine ins dunkelblaue ſpielende Farbe angenommen hatte. Es war die Verbindung entſtanden, welche die franzöſiſchen Chemiker Oxide de mercure hydrogéné nennen. Durch den Beytritt des Waſſerſtoffs zum Queckſilberkalch wurde vielleicht mit Hülſe der höhern Temperatur etwas Sauerſtoff in Gasgeſtalt ausgeſchieden, welches bey einer niedrigern Temperatur nicht erfolgt. Hieraus erkläret ſich die ſonderbare Vermehrung der Elaſtizität des Waſſerſtoffgaßes um 0,41 Zoll bey gleicher Temperatur von 20° vor und nach dem Verſuch. Das durch die höhere Temperatur ausgeſchiedene Sauerſtoffgas vermehrte nemlich die Elaſtizität des eingeſchloſſenen Gaßes erſt alsdann merklich, da nach dem Verſuch der größte Theil des zum Queckſilber und deſſen Kalch getretenen Waſſerſtoffes durch die kältere Temperatur wieder in die Geſtalt des Waſſerſtoffgaßes zurücktrat. Das ausgeſchiedne Sauerſtoffgas wurde zwar auch wieder durch die Wirkung des Queckſilberkalches zerſetzt, aber langſamer, daher verſchwand die Vermehrung der Elaſtizität erſt den Tag nach dem Verſuch wieder, und verwandelte ſich in eine Verminderung derſelben von 0,15 Zoll, die wohl noch von etwas abſorbirtem Waſſerſtoff herrühren mogte. Durch die wechſelſeitige Verſchluckung und Entbindung des Waſſer- und Sauerſtoffes während dem Verſuch, mußten Irregularitäten in den Unterſchieden der ausdehnenden Kraft entſtehen, welche ich, wo nicht aufzuheben, doch zu ver-

mindern hoffte, wenn ich die Dauer des Verſuchs beträchtlich verkürzte. Daher erkältete ich in dem folgenden Verſuch das heiße Waſſer, worin ich die Gefäße des Elaſtizitätsmeſſers verſenkte, ſchneller durch Zumiſchung von kaltem Waſſer. Da aber in dieſem Fall das in dem Elaſtizitätsmeſſer eingeſchloſſene Thermometer, die Temperatur des innern Raumes wegen ſeines langſamern Ganges nicht richtig angezeigt haben würde, ſo ließ ich es ganz hinweg, verſchloß die obere Oeffnung b des Elaſtizitätsmeſſers blos mit einem Kork, und beobachtete nur das Thermometer in dem umgebenden Waſſer. Die vorhergehenden Verſuche hatten mich belehret, daß bey einer allmählig von ſelbſt erfolgenden Erkältung des Waſſers zwey harmonirende Thermometer das eine in- das andere auſſerhalb dem Elaſtizitätsmeſſer beobachtet bis auf Kleinigkeiten übereinſtimmen; aber das äuſſere Thermometer, ſo wie die Elaſtizität des eingeſchloſſenen Gaßes, kommen bey einer ſchnell erfolgenden Aenderung der Temperatur des umgebenden Waſſers früher zu ihrem neuen Ruhepunct, als das innere Thermometer, wenn es gleich ſehr empfindlich iſt.

Da bey dem folgenden Verſuch das umgebende Waſſer ſtets über die obere Verſchlieſſung b des Elaſtizitätsmeſſers gieng, ſo konnte nicht das mindeſte Luftbläschen aus dem innern Raum unbemerkt entweichen. Es ſchloß alles vollkommen. Das Nachſtehende enthält die Reſultate des

Zweyten

Zweyten Verſuchs.

Barometerſtand 27 Zoll 10 Linien. Thermometer 17°.

Wärme.	corr. Queckſilberhöhen.	Unterſchied.	
13°	0, 45		vorm Verſuch im kalten Waſſer.
65°	5 ,10		im heißen Waſſer durch Miſchungen erkältet.
60	4, 70	0, 40	
55	4, 30	0, 40	
50	3, 93	0, 37	
45	3, 35	0, 58	
40	2, 83	0, 52	
35	2, 31	0, 52	
30	1, 71	0, 58	
25	1, 20	0, 53	
20	0, 61	0, 59	
15	0, 04	0, 57	
10°	−0, 66	0, 70	
13°	−0, 25		nach dem Verſuch im kalten Waſſer beobachtet.

Hier nähern ſich die Unterſchiede der Elaſtizitäten zwiſchen 15° und 50° der Gleichförmigkeit mehr als in dem vorhergehenden Verſuch, aber über 50° nehmen ſie beträchtlich ab, ſo wie unter 13° beträchtlich zu. Auch betrug die Vermehrung des eingeſchloſſenen Gaßes nach dem Verſuch, bey gleicher Temperatur von 13° vor dem Verſuch, hier nur 0,2 Zoll. Die mittlern Unterſchiede der Elaſtizität für 5° Wärme betragen

unter 15° — 0,70
von 15° — 50 — 0,556
über 50° — 0,39

 Die

Dividiret man dieſe Zahlen durch den beobachteten Barometerſtand, ſo findet man die Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes für 5 Grade der Wärme

unter 15° — 0,02515
zwiſchen 15 — 50° — 0,02000
über 50° — 0,01401

gar ſehr verſchieden.

Ich ſuchte nun auch die Ausdehnungen des Waſſerſtoffgaßes bey verſchiedenen Temperaturen unmittelbar zu beſtimmen durch den Apparat und auf die Weiſe, wie ich bey dem Sauerſtoffgas umſtändlich beſchrieben habe. Ich ſetze hier blos die Reſultate her.

Eine Temperaturerhöhung von $13\frac{1}{2}$ — 52° gab Audehnung 0,1967,
von $12\frac{1}{2}$ — 78° — 0,3603

Dieß giebt die Ausdehnung für 5° nach dem
erſten Verſuch — 0,02696
zweyten Verſuch — 0,02750

zwar auch, aber doch ungleich weniger verſchieden, als die durch den Elaſtizitätsmeſſer gefundenen Ausdehnungen. Um mich zu verſichern, daß das in dem Elaſtizitätsmeſſer enthaltene Waſſerſtoffgas nicht mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht ſey, brachte ich es in einige kleinere Gefäße unter Waſſer, es verband ſich durch Schütteln nichts davon mit dem Waſſer, unvermiſcht entzündete es ſich ohne Exploſion, und mit atmoſphäriſcher Luft in dem gehörigen Verhältniß gemiſcht explodirte es. Das Waſſerſtoffgas war alſo noch rein und unverändert, ungeachtet es ſchon vor der Unterſuchung mehrere Tage in dem Elaſtizitätsmeſſer nach dem zweyten Verſuch eingeſchloſſen geſtanden hatte. Es iſt daher wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die durch den Elaſtizitätsmeſſer gefundene kleinere Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes der Verbindung des Waſſerſtoffes mit dem Queckſilber zuzuſchreiben

den ſey. Die zweyte Claſſe von Verſuchen giebt zwar die Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes etwas verſchieden an, wenn man indeſſen das Mittel aus den zuletzt erwähnten Verſuchen nimmt, ſo erhält man für die Ausdehnung von 5° der Wärme 0,02723 nur um 0,00027 von dem Reſultat des letzten Verſuchs verſchiedan, welcher aus dem größten Unterſchied der Temperatur hergeleitet worden iſt, und welchen ich für den ſicherſten halte. Bedenke ich nun, daß die beiden Verſuche ſich auf verſchiedene Produkte von Waſſerſtoffgas beziehen, von welchen ich (wenn ich gleich die Umſtände ſo viel thunlich gleich zu machen ſuchte) doch nicht mit geometriſcher Evidenz erweiſen kann, daß ſie vollkommen gleich rein, gleich trocken u. ſ. w. geweſen ſeyn, ſo werde ich auch hierdurch geneigt, die Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes von 0—80° für gleichförmig zu halten. Bleibt man bey der Vorausſetzung ſtehen, ſo erhält man die Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes von 0 — 80° im Mittel 0,44568, nach dem letzten Verſuch 0,4400.

Um ferner zu prüfen, ob meine oben geäußerte Muthmaßung über die durch den Elaſtizitätsmeſſer gefundene geringere Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes gegründet ſey, änderte ich den Apparat zur Unterſuchung der Elaſtizität folgendermaßen ab. Ich paßte auf die geaichte Apothekerflaſche, deren ich mich zur Unterſuchung der Ausdehnungen der Luftarten bediente, ein kleines an beiden Enden offnes heberförmiges Barometer (Fig. 3). Der längere Schenkel bc hatte ungefähr 12 Zoll Höhe, der kürzere halb ſo viel, das horizontale Querſtück de nur einige Zolle, und die Weite der Röhre im Lichten betrug 0,1 par. Zoll. Das eine Ende der Barometerröhre war in eine Spitze ausgezogen und durch einen Korkpfropfen geſteckt, der die das Gas enthaltende Flaſche verſchloß. Das Gas wurde unter Queckſilber in die Flaſche gefüllt,

 letztere

letztere umgewendet, und ſo ſchnell wie möglich durch das bereits mit Queckſilber bis d gefüllte Heberbarometer verſchloſſen. Aus den angegebenen Dimenſionen des heberförmigen Barometers erhellet, daß die kleine in dem wagrechten Theil de eingeſchloſſene Portion von atmoſphäriſcher Luft unmöglich einen merklichen Einfluß auf die Ausdehnung des in der Flaſche enthaltenen Gaßes haben konnte, im Gegentheil brachte ſie den Vortheil, das Gas von der unmittelbaren Berührung des in dem Heber enthaltenen Queckſilbers abzuſchließen. Die Flaſche wurde während dem Verſuch ſo tief in das Gefäß A voll Waſſer verſenkt, daß ſich die Verſchließung der Flaſche ſtets unter Waſſer befand. Nachſtehendes iſt das Reſultat eines auf dieſe Weiſe angeſtellten Verſuches. Das Thermometer wurde in dem Waſſer des Gefäßes A beobachtet.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.
55°	5, 28 Zoll.	0, 74
50°	4, 54	0, 87
45°	3, 67	0, 72
40°	2, 95	0, 82
35°	2, 13	0, 76
30°	1, 37	0, 70
25°	0, 67	

Die Unterſchiede ſind zwar nicht gleich, aber doch ſo abwechſelnd, daß man weder auf eine Zu- noch Abnahme mit Sicherheit ſchließen kann. Die Ungleichförmigkeit rühret wahrſcheinlich von der Reibung des Queckſilbers am Glaſe her. Hierzu kommt noch, daß die Fehler im Beobachten ſich bey dem Heberbarometer wegen der doppelten Beobachtung des Queckſilberſtandes oben und unten leicht vermehren. Nimmt man die beiden äusserſten Gränzen, ſo geben ſie eine Vermehrung der Elaſtizität für 30° von 25 — 55° = 4,61 Zoll, alſo für

80°

Digitized by Google

80° 12,295 Zoll. Dies durch den Barometerſtand zur Zeit der Beobachtung = 27″ 8‴ dividiret, giebt die mittlere Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes für 80° = 0,443, nahe übereinſtimmend mit der aus den Verſuchen über die unmittelbare Ausdehnung hergeleiteten Zahl. Dies beſtärkt mich in der Vermuthung, daß man die Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes zwiſchen 0° — 80° der Wärme proportional ſetzen könne. Die ſpecifiſche Elaſtizität des eingeſchloſſenen Waſſerſtoffgaßes entſpricht aber nur alsdann der wirklichen Ausdehnung, wenn das Gas von allen Körpern entfernt iſt, welche vermöge ihrer Verwandſchaft zum Waſſerſtoff eine Zerſetzung des Gaßes veranlaſſen können. Jedoch erhellet aus den vorſtehenden Verſuchen, daß bey einem durch Queckſilber geſperrten Waſſerſtoffgas der Unterſchied zwiſchen der Vermehrung der ſpecifiſchen Elaſtizität, und der Ausdehnung durch die Wärme nur bey einer Temperatur über 15° ſehr merklich zu werden anfängt. Die mittlere Ausdehnung des Waſſerſtoffgaßes für 80° nach den beiden Verſuchen, welche ich für die richtigſten halte, iſt 0,4415 und übertrifft die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft um 0,0841.

Kohlenſaures Gas.

Das Gas wurde aus pulveriſirter Kreide und verdünnter Schwefelſäure entwickelt. Der Entbindungs-Apparat hatte dieſelbe Einrichtung, wie der zur Entbindung des Waſſerſtoffgaßes gebrauchte, mit dem Unterſchied, daß das zur Austrocknung des Gaßes dienende Zwiſchengefäß hier nicht mit einer Miſchung von gebranntem Kalch und Laugenſalz, ſondern blos mit letzterm, das vorher über Kohlen getrocknet wurde, angefüllt war. Ich bediente mich zur Beſtimmung der Zunahmen der Elaſtizität durch die Wärme des zuletzt erwähnten kleinen heberförmigen Barometers.

Erſter Verſuch.

Barometerſtand 27 Zoll 10 Linien.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.	
55°	5, 34		
50°	4, 88	0, 46	
45°	4, 36	0, 52	0, 98
40°	3, 80	0, 56	
35°	3, 12	0, 68	1, 24
30°	2, 43	0, 69	
25°	1, 76	0, 67	1, 36
20°	0, 99	0, 77	
15°	0, 23	0, 76	1, 53

Zweyter Verſuch.

Barometerſtand 27 Zoll 11 Linien.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.	
55°	5, 14	0, 43	
50°	4, 71	0, 56	0, 99
45°	4, 15	0, 60	
40°	3, 55	0, 61	1, 21
35°	2, 94	0, 66	
30°	2, 28	0, 70	1, 36
25°	1, 58	0, 67	
20°	0, 91		1, 43
15°	0, 15	0, 76	

Es finden ſich zwar in den Unterſchieden der beiden Verſuche einige Irregularitäten, aber im Ganzen ſind ſie mit den höhern Graden der Wärme abnehmend, wie leicht erhellet, wenn man nur die Unterſchiede von 10 zu 10 Graden der Wärme mit einander vergleicht. Ich muß geſtehen, daß ich durch das Reſultat dieſer beiden Verſuche ſehr überraſcht war; denn ich vermuthete nichts

weniger,

Digitized by Google

weniger, als bey dieſem Apparat, wo ich alle Urſachen der Zerſetzung der Luft entfernt zu haben glaubte, eine Verminderung des Wachsthums der Elaſtizitäten wahrzunehmen. Meine Verwunderung wuchs noch mehr, da mich die folgenden Verſuche über die unmittelbaren Ausdehnungen des kohlenſauren Gaßes belehrten, daß man die wirkliche Ausdehnung bey dem bloßen Druck der Atmoſphäre wenigſtens ſehr nahe gleichförmig zwiſchen 0° — 80° annehmen könne. Da der Apparat zu dieſen Verſuchen ſtets der nämliche war, wie ich ihn oben bey dem Sauerſtoffgas beſchrieben habe, ſo ſetze ich blos die Reſultate her.

1) Eine Temperaturerhöhung von $11\frac{1}{2}°$ — 78° gab die Ausdehnung = 0,3618.

2) Eine Temperaturerhöhung von 14° — 60° gab 0,2542 Ausdehnung. Hieraus flieſſet

die Ausdehn.	für 80 = 0,4352	}	aus dem erſten Verſuch.
	für 5° = 0,0272		
	für 80° = 0,4421	}	aus dem zweyten Verſuch.
	für 5° = 0,0276		

Berechnet man aus dem Unterſchied der Elaſtizitäten zwiſchen 15° und 20° Temperaturänderung = 0,76 Zoll die Ausdehnung, in dem man durch den Barometerſtand dividiret, ſo findet man

für 5° — 0,02724
für 80° — 0,4352

ſehr gut übereinſtimmend mit dem erſten Verſuch über die unmittelbare Ausdehnung. Hingegen giebt der mittlere Unterſchied der Elaſtizität zwiſchen 45° — 55° = 0,985 eine Ausdehnung von

für 80° = 0,2833
für 5° = 0,9177

ſehr

ſehr beträchtlich geringer als die vorhin gefundene. Da ich ſelbſt mißtrauiſch gegen das Reſultat meiner Verſuche war, ſo wiederhohlte ich den Verſuch über die Elaſtizität des eingeſchloſſenen kohlenſauren Gaßes nochmals mit aller möglichen Vorſicht.

Dritter Verſuch.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.	
55°	4, 82 Zoll.		
50°	4, 26	0, 56	1, 14
45°	3, 68	0, 58	
40°	3, 10	0, 58	1, 20
35°	2, 48	0, 62	
30°	1, 83	0, 65	1, 35
25°	1, 13	0, 70	
20°	0, 34	0, 79	1, 60
15°	−0, 47	0, 81	

Die einzelnen Reſultate dieſes Verſuchs ſind zwar etwas von denen der beiden erſten Verſuche verſchieden, aber im Ganzen bleibt doch immer daſſelbe Geſetz: die Zunahme der ſpecifiſchen Elaſtizität des eingeſchloſſenen Gaßes durch gleiche Unterſchiede der Wärme ſind mit der höhern Temperatur abnehmend. Um einigermaßen das Geſetz der Abnahme, ſo viel es die Verſchiedenheit in den Reſultaten der Verſuche zuläſſet, zu beſtimmen, ſo nehme ich aus den drey Verſuchen die mittlern Unterſchiede der Elaſtizität von 10 — 10 Graden der Wärme, ſie ſind

15° — 25°	— 1, 52		
25 — 35	— 1, 36	16	
35 — 45	— 1, 22	14	zweite Unterſchiede.
45 — 55	— 1, 04	18	

Setze

Setzte man den mittlern zweyten Unterſchied = 16 unveränderlich, ſo würden die Unterſchiede der Elaſtizitäten

von	5	—	15	—	1,68
	15	—	25	—	1,52
	25	—	35	—	1,36
	35	—	45	—	1,20
	45	—	55	—	1,04
	55	—	65	—	0,88
	65	—	75	—	0,72

oder die Vermehrung der Elaſtizität des eingeſchloſſenen kohlenſauren Gaßes durch gleiche Grade der Wärme betrüge bey einem Barometerſtand von 28 Zoll, um die Eiskälte mehr wie noch einmal ſo viel, als wenn die Temperatur ſchon bis zur Siedhitze angewachſen iſt, indeſſen die wirkliche Ausdehnung deſſelben Gaßes durch die Wärme bey unveränderlichem Druck der Atmoſphäre, wenigſtens ſehr nahe als gleichförmig zwiſchen der Temperatur des Eis- und Siedpuncts angenommen werden darf. Die Urſache dieſes merkwürdigen Phänomens kann ich ſchlechterdings nicht einer Zerſetzung des kohlenſauren Gaßes durch die Berührung des Queckſilbers zuſchreiben, denn, wie ich ſchon erwähnt habe, machte die Berührung zwiſchen dem Queckſilber und Gas bey meinem Apparat kaum einen phyſiſchen Punct aus, und die unmittelbare Berührung wurde noch durch einen kleinen Antheil atmoſphäriſcher Luft in der Barometerröhre verhindert. Auch bemerkte ich nicht die mindeſte Verkalchung auf der Oberfläche der Queckſilberſäule während dem Verſuch. Um indeſſen über dieſen Punct ganz ſicher zu ſeyn, füllte ich eine Apothekerflaſche über Queckſilber nur zur Hälfte mit kohlenſaurem Gas an, ſchüttelte und erwärmte das in der Flaſche enthaltene Queckſilber, und ließ die Flaſche einen ganzen Tag umgekehret in einer Schaale voll Queckſilber

ſilber ſtehen. Die Oberfläche des Queckſilbers war nach Verlauf dieſer Zeit zwar etwas trübe geworden, indeſſen konnte ich doch noch keine beträchtliche Verminderung des Raumes der eingeſchloſſenen Luft wahrnehmen. Es bleibt daher für die Urſache der bemerkten Verminderung in den Zunahmen der Elaſtizität des eingeſchloſſenen kohlenſauren Gaßes nichts übrig, als anzunehmen, das Gas ſey blos durch den vermehrten Druck zerſetzt worden, oder der vermehrte Druck ſelbſt ſey die Urſache der minderen Wirkung der Wärme auf die Vermehrung der Elaſtizität des eingeſchloſſenen Gaßes geweſen. Jedoch muß ich bemerken, daß eine beträchtliche Zerſetzung des Gaßes durch den zunehmenden Druck nicht wohl ſtatt gefunden haben kann, weil ſich dieſelbe durch einen verſchiedenen Stand des Queckſilbers im heberförmigen Barometer vor und nach dem Verſuch geäußert haben müßte. Auch werden die folgenden Verſuche über die Stickluft zeigen, daß das bemerkte Phänomen dem kohlenſauren Gas nicht allein eigen iſt.

Stickgas.

Ich ſchied dieſes Gas aus der atmoſphäriſchen Luft, indem ich dieſelbe in verſchloſſenen Gefäßen der Wirkung einer wäſſerigten Auflöſung der Schwefelleber acht Tage hindurch ausſetzte. Um mich zu verſichern, daß der Sauerſtoff durch die Wirkung der Schwefelleber aus der atmoſphäriſchen Luft ganz ausgeſchieden worden ſey, prüfte ich einen kleinen Antheil des gasförmigen Rückſtandes, den ich über Queckſilber ſperrte, durch hinzugebrachten Phosphor. Der Phosphor dampfte zwar anfänglich darin, jedoch verlohr ſich daſſelbe bald, und nach Verlauf von einigen Tagen betrug die Verminderung des Raumes nur ſehr wenig. Durch dieſe Probe von der Reinheit des erhaltenen Stickgaßes überzeugt, brachte

brachte ich es, nachdem ich es zuvor mit Kalchwaſſer ausgewaſchen hatte, aus den gläſernen Gefäßen vermittelſt des pnevmatiſchen Waſſerapparats in eine von auſſen befeuchtete Blaſe. Hierin wurde es mehrere Tage hindurch getrocknet, und hierauf durch ein mit Potaſche und gebranntem Kalche gefülltes Zwiſchengefäs in die mit Queckſilber gefüllte Flaſchen getrieben, worin die Ausdehnung des Gaßes beſtimmt werden ſollte.

Erſter Verſuch.

Ueber die Elaſtizität des eingeſchloſſenen Stickgaßes vermittelſt des heberförmigen Barometers.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.	
60°	3,65 Zoll.	45	
55°	3,20	48	93
50°	2,72	54	1,02
45°	2,18	56	
40°	1,62	51	1,07
35°	1,11	56	
30°	0,55	55	1,11
25°	0,00		

Zweyter Verſuch.

Mit demſelben Apparat angeſtellt.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.	
60°	3,90	49	
55°	3,41	50	0,99
50°	2,91	55	1,05
45°	2,36	55	
40°	1,81	56	1,11
35°	1,25	58	
30°	0,67	59	1,17
25°	0,08		

Der

Der Barometerſtand war bey beiden Verſuchen 27 Zoll. 9 Linien. Die Unterſchiede des erſten Verſuchs ſind zwar etwas unregelmäßig, aber doch im Ganzen mit der höhern Temperatur abnehmend, welches Geſetz ſich bey dem zweyten Verſuch noch beſtimmter darſtellt. Da ich vermuthete, daß die Stickluft durch die Berührung des Queckſilbers keine merkliche Aenderung erleiden würde, ſo ſuchte ich das Geſetz der Vermehrung der Elaſtizität des Stickgaßes durch die Wärme, vermittelſt des zuerſt erwähnten Elaſtizitätsmeſſers Fig. 1. zu prüfen, weil ich bey dieſem Inſtrument meinen Verſuchen eine größere Ausdehnung geben konnte. Das Nachſtehende enthält die Reſultate dieſes Verſuchs.

Dritter Verſuch.

Thermometer.	Queckſilberhöhe.	Unterſchiede.	
65°	5, 64	0, 42	0, 87
60°	5, 22	0, 45	
55°	4, 77	0, 51	0, 96
50°	4, 26	0, 51	1, 02
45°	3, 75	0, 51	1, 04
40°	3, 24	0, 53	
35°	2, 71	0, 54	1, 10
30°	2, 17	0, 56	
25°	1, 61	0, 57	1, 14
20°	1, 04	0, 57	
15°	0, 47	0, 60	1, 17
10°	-0, 13		

Der Barometerſtand war 27 Zoll 8 Linien. Um die Reſultate dieſes Verſuchs mit den Reſultaten der beiden vorhergehenden zu vergleichen, muß man den Queckſilberſtand bey 25° von den höhern Ständen abziehen. Alsdann ergiebt ſich, daß die Queckſilberhöhen des dritten

ten Verſuchs nahe mit denen des erſten übereinſtimmen, und die Unterſchiede im dritten Verſuch halten ſo ziemlich das Mittel zwiſchen den Unterſchieden der beiden erſten Verſuche. Ich lege daher die Reſultate des dritten Verſuchs bey der Vergleichung mit den unmittelbar gefundenen Ausdehnungen zum Grunde.

Erſter Verſuch, über die unmittelbare Ausdehnung des Stickgaßes. Eine Temperaturerhöhung von 20° — 60° gab die Ausdehnung 0,2408.

Zweyter Verſuch. Eine Temperaturerhöhung von 12° — 78° gab die Ausdehnung 0,3949. Aus dem erſten Verſuch findet ſich die Ausdehnung

für 5° = 0,0301
80° = 0,4816

aus dem zweyten Verſuch

für 5° = 0,02992
80° = 0,4787

Beide Verſuche geben die Ausdehnung des Stickgaßes zwiſchen dem Eis- und Siedepunct ſehr nahe gleichförmig, oder wenn man die Reſultate der Verſuche in aller Strenge für wahr nehmen will, etwas abnehmend in den höhern Temperaturen. Berechnet man die Ausdehnung des Stickgaßes aus den beobachteten Unterſchieden der Elaſtizität zwiſchen 10°—15° und 60°—65°, ſo findet ſich die Ausdehnung für 5° aus dem erſten Unterſchied = 0,0217, aus dem zweyten Unterſchied = 0,01519. Beide kleiner als die unmittelbar gemeſſene Ausdehnung und beträchtlich mit der höhern Temperatur abnehmend. Hier findet ſich alſo abermal eine Luftart, bey welcher die Vermehrung der Elaſtizität im eingeſchloſſenen Raum mit der wirklichen Ausdehnung beym bloßen Druck der Atmoſphäre nicht übereinſtimmt.

Da dieſer Satz, oder wenigſtens ſeine Begründung durch unmittelbare Thatſachen, neu iſt, ſo verdienet er wohl die Aufmerkſamkeit und fernere Prüfung der Naturforſcher. Bey der atmoſphäriſchen Luft habe ich nicht die mindeſte Spur eines Unterſchiedes zwiſchen dem Wachsthum der Elaſtizität, und der wirklichen Ausdehnung gefunden, und ich gründete hierauf meinen Vorſchlag eines Luftpyrometers. Wenn ich indeſſen bedenke, daß meine Verſuche über die Elaſtizität der atmoſphäriſchen Luft, ſich auf die Gränzen zwiſchen dem Eis- und Siedpunct des Waſſers einſchränken, ſo bleibt doch die Frage unentſchieden, ob auch bey höhern Temperaturen die Elaſtizität mit der Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft gleichen Schritt halte? Ich muß daher jetzt ſelbſt Zweifel gegen die Anwendung des Elaſtizitätsmeſſers als Pyrometer erregen, ſo lange das Geſetz der Vermehrung der Elaſtizität der eingeſchloſſenen atmoſphäriſchen Luft durch die Wärme bey hohen Graden der Temperatur noch nicht beſtimmt iſt. Der vorgeſchlagene Apparat kann aber dazu dienen, dies Geſetz auszumachen, wenn man die durch die Wirkung des Metalles etwa entſtehende Zerſetzung der Luft gehörig in Anſchlag bringt. Zum Beſchluß dieſes Aufſatzes ſtelle ich noch eine Vergleichung der von mir gefundenen Ausdehnungen der Gasarten mit den von Prieur Düvernois gefundenen Reſultaten an. Ich lege dabey blos die aus den unmittelbaren Ausdehnungen hergeleiteten Beſtimmungen zum Grunde, und ſetze den Raum bey der Eiskälte = 1,

	nach meinen Verſuchen.	nach Prieur Düvernois.
Atmoſphär. Luft.	Ausdehnung gleichförmig. von 0 — 80 0,3574	Ausdehnung von 0°—20 =0,0789 0°—40 =0,2570 0°—60 =0,6574 0°—80° =0,9368

Sauer-

Digitized by Google

	nach meinem Verſuchen.	nach Prieur Duvernois.
Sauerſtoffgas.	Ausdehnung von 0°—80°=0,3213 gleichförmig	Ausdehnung von 0 —20°=0,0452 0 —40 =0,2483 0 —60°=0,9018 0 —80 =4,4767
Waſſerſtoffgas.	Ausdehnung von 0° 60°=0,32355 0 —80°=0,4400 ſehr nahe gleichförmig	Ausdehnung von 0°—20°=0,0839 0 —40°=0,2283 0 —60 =0,3742 0 —80 =0,3912
Kohlenſaures Gas.	Ausdehnung von 0 —60°=0,3312 0 —80°=0,4352 ſehr nahe gleichförmig	Ausdehnung von 0,°—20°=0,1105 0,—40°=0,3066 0 —60°=0,7385 0 —80°=1,0094
Stickgas.	Ausdehnung von 0 —60°=0,3612 0 —80°=0,4787 ſehr nahe gleichförmig	Ausdehnung von 0 —20°=0,0340 0 —40°=0,2186 0 —60°=0,7664 0 —80°=0,9412

Die Abweichungen zwiſchen unſern Reſultaten ſind ſo groß, daß ſie ſich aus kleinen Anomalien, denen Verſuche dieſer Art immer unterworfen ſeyn werden, keinesweges erklären laſſen; ſondern eine oder die andere Claſſe von Beobachtungen muß durchaus fehlerhaft ſeyn. Es würde anmaßend ſcheinen, wenn ich in einer blos auf Thatſachen beruhenden Behauptung für mich entſcheiden wollte. Ich kann alſo, bevor andere Naturforſcher durch ſorgfältig angeſtellte Verſuche zwiſchen Herrn **Prieur** und mir werden entſchieden haben, nichts thun, als mich auf ſchon bekannte Erfahrungen berufen. Ich habe bereits in meiner Abhandlung über die Ausdehnung der

atmoſphäriſchen Luft den großen Einfluß gezeigt, welchen die Feuchtigkeit auf die Ausdehnung der Luft durch die Wärme hat, und bemerkt, daß Herr Prieur dieſen Einfluß ganz auſſer Acht gelaſſen hat. Hier will ich noch folgendes beyfügen: Wären Prieur's Beſtimmuugen der Ausdehnungen der Gasarten in völliger Schärfe wahr, ſo müßte ein nach Lambertiſchen Grundſätzen verfertigtes Luftthermometer, wobey die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft von $0° — 80° = 0,370$ geſetzt wird, nicht nur gleich anfangs ein äußerſt fehlerhaftes Werkzeug ſeyn, ſondern wenn durch eine lange Berührung der eingeſperrten Luft mit dem Queckſilber des Gefäßes, die atmoſphäriſche Luft gänzlich oder doch größtentheils ſich in Stickgas verwandelt, müßte die Scale eines ſolchen Thermometers eine funfzehnfache Ausdehnung der anfänglichen vom Eis- bis zum Siedpunct erhalten. Dieſes widerſpricht aber aller Erfahrung.

Ich unternehme nicht zu beſtimmen, woher die außerordentlich großen Ausdehnungen rühren, die Herr Prieur bey dem Stickgas und einigen andern Luftarten gefunden hat. Bloße, in der eingeſchloſſenen Luft enthaltene, Waſſerdämpfe können ſie nicht allein hervorgebracht haben. Wenn ich eine Muthmaßung darüber wagen darf, ſo iſt es folgende. Herr Prieur hat die unterſuchten Gasarten mittelſt des pnevmatiſchen Waſſerapparats aufgefangen, und ſie alsdann erſt in den mit Queckſilber geſperrten Kolben gebracht. Sollte hierbey eine kleine Portion Waſſer mechaniſch mit dem Gas in den Kolben geführet worden ſeyn, ſo würde ſich durch die fortdauernde Verdampfung dieſes Waſſers die große Ausdehnung allerdings erklären. Was mich in dieſer Muthmaßung beſtärkt, iſt der Umſtand, daß Herr Prieur die großen Ausdehnungen blos um den Siedpunct herum gefunden hat.

Ich

Ich bin weit entfernt meine Verſuche über die Ausdehnungen der Gasarten für höchſt vollkommen auszugeben; ihre Abweichnngen unter einander zeugen dagegen. Aber eben dieſe Abweichungen, welche ich bey aller angewendeten Vorſicht nicht ganz vermeiden konnte, und die ich bisher faſt bey allen meinen Experimentalunterſuchungen gefunden habe, machen mich von Tag zu Tag mißtrauiſcher gegen Verſuche, die gleich im Voraus als ganz vollkommene Wahrheiten ausgegeben werden, und ich halte es für gewagt, wenn große Calculatoren, ſich auf wenige einſeitige Thatſachen ſtützend, Geſetze entwickeln, welche die natürlichen Erſcheinungen bis zu den kleinſten Abſtufungen mit anſcheinender geometriſcher Evidenz darſtellen ſollen.

3.
Beſchreibung
einer
Senkwaage (Gravimètre), zur Beſtimmung des eigenthümlichen Gewichts feſter und flüſſiger Körper,
vom
Bürger Guyton*).

Seitdem die Chemie, bey der mehrern Genauigkeit, wozu ſie gebracht iſt, gezeigt hat, daß die Phänomene der hervorgebrachten oder getrennten Verbindungen nicht das Reſultat verborgener Eigenſchaften, ſondern eine Störung eines beſtimmtern Gleichgewichts durch bewegende Kräfte ſind, die man dem Calcul zu unterwerfen hoffen kann, hat man auch das Bedürfniß gefühlt, die Genauigkeit in den Verſuchen ſo weit zu treiben, daß man alle Umſtände, welche jene Bewegung begünſtigen oder hemmen können, in Anſchlag bringen kann. Das eigenthümliche Gewicht gehört nothwendig mit zu dieſen Gegenſtänden der Beobachtung, indem es dient, die Natur der Körper anzuzeigen, ihre Reinigkeit, ihren Aggregationszuſtand, die Abnahme oder Zunahme ihrer Dichtigkeit zu beurtheilen, welches alles auch unmittelbare Urſachen der Trennung oder Ruhe werden. Es iſt alſo allerdings wichtig, die zur Beſtimmung des eigenthümlichen

*) Annales de Chimie, T. XXI. S. 3. ff.

Digitized by Google

lichen Gewichts dienenden Werkzeuge zu vervollkommnen, und ſelbſt ihren Gebrauch für diejenigen, welche ſie mit Fertigkeit anwenden ſollen, bequem zu machen.

Von allen bis jetzt vorgeſchlagenen Senkwaagen iſt die Fahrenheitiſche die zuverläßigſte. Bekanntlich gründet ſie ſich auf Vergleichung der Gewichte bey einerley Volum. Die Senkwaagen mit Scalen, oder welche durch den Grad ihrer Einſenkung die Dichtigkeit der Flüſſigkeiten meſſen, können zwar dienen, um in den Werkſtätten eine für den Gegenſtand hinreichende Annäherung zu verſchaffen; aber, ohne die Ungleichheit der Röhren, die verdrüßliche Schwierigkeit, die Scale durch Beobachtung zu finden, die Ungewißheit zwiſchen den Intervallen der Abtheilungen, anzuführen, ſind ſie keiner Correction in Bezug auf die verſchiedenen Temperaturen fähig, und dienen überhaupt nicht für den Phyſiker.

Diejenige Form, welche Nicholſon vor einigen Jahren der Fahrenheitiſchen Senkwaage gegeben hat*), macht ſie auch zur Beſtimmung der Dichtigkeit feſter Körper geſchickt. Ihr Gebrauch iſt gegenwärtig ſehr ausgebreitet; ſie giebt mit hinlänglicher Genauigkeit, bis zur fünften Decimalſtelle, das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichts gegen das zur Einheit angenommene des Waſſers an; ſie iſt einer Correction in Anſehung der Veränderungen der Temperatur, der Unreinigkeit des Waſſers, das man manchmal anzuwenden genöthiget iſt, fähig, und es ſcheint nicht, daß man in dieſer Hinſicht etwas beſſeres ſuchen dürfe.

Aber dieſe Senkwaage iſt bis jetzt nur aus Metall verfertiget worden; und kann alſo weder für Salze, noch für Säuren dienen. Auch weiß man, daß Fahren-

*) S. Journal der Phyſ. B. V. S. 502. G.

Digitized by Google

heitiſche Areometer für ſpirituöſe, ſalzige, und ſaure Flüſſigkeiten in der Größe, in der Form, in der Belaſtung verſchieden ſeyn müſſen; daß bey einigen die untere Belaſtung ſich in größerer Entfernung von dem Körper der Waage befinden müſſe, um die verticale Stellung zu erhalten; bey andern hingegen näher liegen müſſe, um mit kleinen Volumen der Flüſſigkeiten Verſuche anſtellen zu können. Einige müſſen leicht genug ſeyn, um auch noch im Alkohol zu ſchwimmen: andere ſchwer genug, um ſich auch in concentrirten Säuren tief genug einzutauchen; alle müſſen ihrer Maſſe und ihren Dimenſionen nach ſo beſchaffen ſeyn, daß ſie, mit den nöthigen Zulege-Gewichten auf der obern Schüſſel belaſtet, nicht aus der verticalen Richtung kommen. Und ſo muß man wirklich mit mehrern dieſer Senkwaagen verſehen ſeyn, um allen Erforderniſſen eine Genüge zu leiſten.

Um einem Theile dieſer Unbequemlichkeiten abzuhelfen, iſt man auf eine ſchickliche Weiſe darauf gekommen, das Areometer ſich in einem Hacken endigen zu laſſen, woran man nach Willkühr mit Queckſilber gefüllte Glaskugeln hieng, welche ſolchergeſtalt Belaſtungen von verſchiedenen Gewichten bildeten. Dies war indeſſen doch noch nicht zu jeglichem Gebrauch hinlänglich, und bey allen Inſtrumenten dieſer Art, die ich zu ſehen Gelegenheit hatte, war man nicht darauf gefallen, den Punkt des Niveau's des Stiels für alle Belaſtungen gemeinſchaftlich zu machen, ſo daß man bey der Aenderung der letztern auch den Glasfaden ändern mußte, der das Merkzeichen innerhalb der obern Röhre hat.

Ich hielt es für möglich, nach den Fahrenheitiſchen Grundſätzen, das Nicholſonſche Inſtrument aus Glas zu verfertigen, und vermittelſt eines geringen Zuſatzes ſeine Anwendung allgemeiner und bequemer zu machen, ohne ſeine Genauigkeit im geringſten zu vermindern.

mindern. Ich weiß recht gut, daß man mit Grund gegen Polychreſt-Inſtrumente eingenommen iſt, von welchen die mehreſten zu gar nichts taugen, weil ſie zu Allem taugen ſollen; aber ich ſahe auch ein, daß es ein wirklicher Vortheil für diejenigen, die ſich mit Beobachtungen und Verſuchen abgeben, ſeyn müſſe, nur Eines Maaßes zu bedürfen, die Dichtigkeiten aller feſten und liquiden Körper zu beſtimmen. Dies war der Zweck, den ich vor Augen hatte, und man urtheile, ob ich ihn erreicht habe.

Dieſes ganz von Glas ausgearbeitete Inſtrument hat eine cylindriſche Form, weil ſie das kleinſte Volum der Flüſſigkeiten erfordert, und die man deshalb vorziehen muß, wenn man nicht genöthigt iſt, davon abzugehen, um die Stellung des Inſtruments in der verticalen Richtung zu erhalten.

Es hat, wie das Nicholſonſche, zwey Schüſſeln, eine oben an dem Ende des dünnen Stängelchens, in deſſen Mitte der fixe Punkt der Einſenkung bezeichnet iſt; die andere untere, die ſich in eine Spitze endigt, enthält die Belaſtung *), und iſt durch zwey Arme mit dem Cylinder verbunden.

Der Cylinder hat 22 Millimeter **) zum Durchmeſſer, und 21 Centimeter ***) zur Länge. Er trägt auf der obern Schüſſel ein conſtantes Auflegegewicht von 5 Grammen †). Man könnte die Dimenſionen vergrößern, und es zur Ertragung eines weit größern Gewichts geſchickt machen; man wird aber ſehen, daß dies nicht nöthig iſt.

*) Mit Queckſilber. G.

**) $9\frac{3}{4}$ Linien pariſ. G.

***) 7,76 Zoll pariſ. G

†) 80,64 Gr. Nürnberg. Medic. Gew. G.

Ich füge noch ein Stück zu, das ich das Senkgewicht (Plongeur) nenne, weil es nur dazu dient, in die untere Schüſſel gelegt, und folglich ganz in die Flüſſigkeit verſenkt zu werden. Es iſt eine mit Queckſilber hinlänglich belaſtete Glaskugel, deren Totalgewicht gleich iſt dem beſtändigen Auflegegewicht addirt zum Gewicht des Waſſervolums, den dieſes Stück verdrängt.

Man ſieht leicht ein, daß, wenn dies Gewicht bey derſelbigen Temperatur beſtimmt worden iſt, bey welcher man das Inſtrument regulirt hat, dieſes ſich immer bey einerley Punkt der Einſenkung erhalten muß, es ſey mit dem Auflegewicht belaſtet, oder ohne daſſelbe mit dem Senkgewichte.

Jetzt begreift man leicht, wie das Inſtrument für alle Fälle paßt.

Es dient 1) für feſte Körper; denn es iſt die Senkwaage von Nicholſon, und davon nicht verſchieden. Die einzige Bedingung dabey iſt auch, daß das abſolute Gewicht des zu prüfenden Körpers etwas kleiner ſey, als das beſtändige Auflegegewicht, nämlich 5 Gramme.

2) Es dient für flüſſige Körper, die ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als Waſſer. Das Inſtrument wiegt, ohne das Auflegewicht etwa 2 Dekagrammes*) bey den vorher angegebenen Dimenſionen, (und es wäre leicht, ſich ſtreng innerhalb dieſen Gränzen zu halten); man kann es alſo bis zu der Gränze brauchen, wo das eigenthümliche Gewicht der Flüſſigkeit um $\frac{1}{5}$ kleiner iſt, als das des Waſſers, alſo bis zum hochrectificirten Alkohol, der ſich bekanntlich darin zum Waſſer verhält, wie 8 zu 10.

3) Es

*) 5 Qu. 22,56 Gr. Nürnberg. G.

3) Es dient für Flüſſigkeiten von einem gröſſern eigenthümlichen Gewichte, als Waſſer. Denn wenn ſtatt des obern Auflegewichts unten das Senkgewicht (das etwa 6 Grammes*) wiegt) gelegt wird, ſo kann das Inſtrument in der obern Schüſſel mehr als das Vierfache des gewöhnlichen Auflegewichts tragen, ohne das Gleichgewicht ſeiner Stellung zu verlieren, und folglich das Verhältniß der Dichtigkeit der concentrirteſten Säuren noch angeben.

4) Es hat mit der Nicholſonſchen Senkwaage auch noch eine andere Eigenſchaft gemein, nämlich ſtatt Waage überhaupt zu dienen, um das abſolute Gewicht der Körper zu finden, deren Maſſe das Auflegewicht nicht überſteigt.

5) Wenn das Waſſer rein iſt, worin man das Inſtrument verſenkt, ſo zeigt dies die Grade ſeiner zu- oder abnehmenden Verdichtung bey der Aenderung der Temperatur an.

In Anſehung der Verfertigung des Inſtruments habe ich wenig anzuführen. Jeder Glasarbeiter, der es einmal geſehen hat, kann es leicht nachmachen. Blos das Senkgewicht erfordert einige Aufmerkſamkeit, um die Einſenkung des Werkzeuges vollkommen gleich zu erhalten, es mag das Auflegegewicht tragen, oder es mag dies durchs Senkgewicht erſetzt ſeyn. Durch Uebung gelangt man dahin, dieſen Punkt mit Sicherheit und Genauigkeit zu erreichen.

Die aus Glas geblaſene und in eine feine Röhre auslaufende Kugel wird mit ſo viel Queckſilber gefüllt, daß ſie nicht mehr im Waſſer ſchwimmt, und die Mündung ihrer Röhre wird mit etwas Wachs verklebt. Man legt ſie nun in die untere Schüſſel der Senkwaage, und be-

*) 96¾ Gr. Nürnb. G.

belaſtet die obere Schüſſel ſo weit, bis ſich das Merkzeichen genau an der Waſſerfläche befindet; die Summe der zugelegten Gewichte zeigt nun genau die Quantität des Queckſilbers, das man noch in die Kugel bringen muß, worauf man ſie zuſchmelzt, doch unter der Vorſicht, ihr Volum nicht zu ändern.

Das Inſtrument hat freylich die von ſeiner Materie abhängige Zerbrechlichkeit; man iſt aber der ſalzigen und ſauren Flüſſigkeiten wegen genöthigt, ſie zu wählen. Ich habe ſeit ſechs Monaten bey der polytechniſchen Schule häufig Gebrauch davon gemacht, aber nur einmal einen von den Armen der untern Schüſſel zerbrochen.

Um den Transport des Werkzeuges für reiſende Naturforſcher zu erleichtern, dient ein Etui, worin das Werkzeug gegen Stoß und Druck ſicher liegt, deſſen Einrichtung am beſten aus der Zeichnung deutlich wird.

Nachtrag.

Der häufige Gebrauch, den ich von der Senkwaage ſeit der Zeit gemacht habe, da ich die vorſtehende Beſchreibung dem National-Inſtitute mittheilte, hat mir Gelegenheit verſchafft, daran einige geringe Veränderungen anzubringen, die ſeine Verfertigung ſehr vortheilhaft erleichtern, und die Zerbrechlichkeit eines ſeiner Haupttheile verhüten.

Dann ſchien es mir auch nützlich, dieſer Abhandlung noch die Formel beyzufügen, durch deren Hülfe man mit der einmal gehörig regulirten Senkwaage vermittelſt einer ſehr einfachen Rechnung das ſpezifiſche Gewicht jedes Körpers aus dem Verhältniß ſeines Volums zu dem des deſtillirten Waſſers, das die Temperatur von 12,5° des Decimal-Thermometers, und 757,7 Millimeter

meter*) Druck hat, zu finden, wenn man auch kein deſtillirtes Waſſer, kein Thermometer, kein Barometer hat. Die Verwunderung, die ich manchmal wahrnahm, wenn ich das Problem ſo aufgab, ließ mich glauben, daß man die Auflöſung hier gern ſehen würde, die ich alſo noch mittheile, ſonſt aber in Anſehung derſelben auf den Artikel Aréomètre des Dictionnaire de Chimie der Encyclopaedie méthodique verweiſe.

Ich füge ferner noch eine Erklärung der Figuren bey, die das Inſtrument, und das zu ſeinem Transport beſtimmte Etui vorſtellen.

Ich beſchließe endlich dieſen Nachtrag mit einigen Beyſpielen von der Anwendung der Senkwaage auf Tafeln des ſpezifiſchen Gewichts.

Beſchreibung des ſoliden Senkgewichts.

Die Bedingung, das Stück der Senkwaage, das ich das Senkgewicht (Plongeur) nenne, zuzuſchmelzen, ohne ſein Volum zu ändern, macht es nothwendig, es ſehr dünne zu blaſen; und daher kommt es öfters, daß es zerbricht, ohne einen Stoß von Außen zu erleiden, blos durch die Bewegung des darin eingeſchloſſenen Queckſilbers.

Dieſer Unbequemlichkeit habe ich dadurch abgeholfen, daß ich ſtatt der mit Queckſilber belaſteten Glaskugel, eine kleine, ſolide, Glasmaſſe nehme, wie einen gläſernen Stöpſel, den man erſt abſchleift, um ihm die ſchickliche Geſtalt zu geben, und nachher ſo viel verkleinert, daß, wenn er in die untere Schüſſel der Senkwaage gelegt wird, dieſe beym Schwimmen in deſtillirtem Waſſer von der beſtimmten Temperatur und Preſſung ſich genau bis

*) 28 Zoll pariſ. G.

bis an das Merkzeichen des Stängelchens, alſo eben ſo tief eintauche, als wenn ſie mit dem Auflegegewicht in der obern Schüſſel belaſtet iſt.

Man iſt ſolchergeſtalt weit ſicherer, den höchſten Grad der Genauigkeit zu erreichen, da ſich hier alles auf den beym Juſtiren der Gewichte gewöhnlichen Handgriff bezieht.

Vom Gebrauch der Senkwaage, um das ſpezifiſche Gewicht eines Körpers zu finden, wenn man kein deſtillirtes Waſſer, kein Thermometer und kein Barometer hat, und ohne eine Correction nöthig zu haben.

Die Senkwaage wird als gehörig regulirt vorausgeſetzt. Es ſey nun

x das geſuchte ſpezifiſche Gewicht.

b das nöthige Auflegewicht, damit die Senkwaage bis an das Merkzeichen in der unbekannten Flüſſigkeit eintauche.

c das Gewicht, das mit dem Körper auf der oberen Schüſſel die Eintauchung des Werkzeuges bis an das Merkzeichen bewirkt.

d das Zulegegewicht, wenn der Körper in der untern Schüſſel liegt.

Π das ſpezifiſche Gewicht des deſtillirten Waſſers bey der Temperatur von 12,5° des Decimal-Thermometers, und dem Drucke von 757,7 Millimeters (28 Z.) = 1.

Π′ das Gewicht des Waſſers, worin man den Verſuch anſtellt.

Die

Die folgende Formel giebt die Auflöſung des Problems:

$$x = \frac{(b - c)\,\Pi'}{d - c}$$

Man ſuche erſt den Werth von Π', der größer iſt als die Einheit, wenn das angewandte Waſſer ſchwerer iſt, als das deſtillirte Π, im entgegengeſetzten Falle aber ein Bruch von der Einheit iſt. Wenn

P das Gewicht der Senkwaage ohne das Zulegegewicht ausdrückt;

V das beſtändige Volum ihres eingetauchten Theiles;

a das conſtante Zulegegewicht, oder dasjenige, welches die Einſenkung der Waage im deſtillirten Waſſer Π bis ans Merkzeichen bewirkt;

ſo iſt $P + a = V\Pi$, und $V = \frac{P + a}{\Pi}$

Auf der andern Seite drückt b das Gewicht aus, das größer oder kleiner als a, ihm ſubſtituirt werden muß, damit die Einſenkung in einer andern Flüſſigkeit eben ſo tief erfolge, als im deſtillirten Waſſer Π; man hat alſo

$$\Pi' = \frac{P + b}{V} = \frac{P + b}{P + a}$$

Wenn der Werth von Π' gefunden iſt, ſo iſt alles bekannt, und man hat weiter nichts nöthig, als ihn in der erſten Formel zu ſubſtituiren.

Ich halte mich überzeugt, daß die Phyſiker die Vortheile dieſer Methode einſehen werden. Sie überhebt ſie des Bedürfniſſes des deſtillirten Waſſers. Hatte man aber daſſelbe zu ſeiner Diſpoſition, ſo mußte man die ziemlich ſeltenen Augenblicke ausſpähen, wo es ſich in den beſtimmten Bedingungen der Temperatur und des

Druckes

Druckes befand; man war oft genöthigt, es künſtlicher weiſe dahin zu bringen, und die ſolchergeſtalt hervorgebrachte Temperatur war dann während der Dauer der Operation Veränderungen unterworfen. Alle dieſe Schwierigkeiten werden nun gehoben; ja, wenn ich auch deſtillirtes Waſſer bey der Hand habe, ſo ziehe ich, beſonders im Sommer, doch ein ſolches vor, das etwas von einem Neutralſalze enthält. Zwey Gründe rechtfertigen dieſen Vorzug. 1) Es iſt mir bequemer einige Gewichtstheilchen zum conſtanten Zulegegewicht hinzuzuthun, als ein neues durch eine geringere Summe ſeiner Gewichtstheile zuſammenzuſetzen; 2) Wenn man ein Liquidum von der Temperatur der umgebenden Luft nimmt, ſo iſt dieſe offenbar gleichförmiger und minder ſchnellen Veränderungen unterworfen; beides ſind aber die günſtigen Umſtände zur Erreichung eines ſichern Reſultats der Operation.

Erklärung der Figuren.

(Taf. II.)

Fig. 1. Die Senkwaage.

a) Die untere Schüſſel (der Eimer).

b) Die obere Schüſſel.

c) Das Merkzeichen, auf einem Glasfaden im Innern des Stängelchens.

Fig. 2. Das Senkgewicht (Plongeur), das in die untere Schüſſel gelegt wird, bey Flüſſigkeiten, die ſchwerer ſind, als das Waſſer.

Fig. 3. Die Senkwaage in dem mit Waſſer gefüllten Cylinder ſchwimmend, und bis an das Merkzeichen c vermittelſt des conſtanten Zulegegewichts d eingetaucht.

An-

Digitized by Google

Anmerk. Man muß einen Cylinder von der Höhe wählen, daß das Werkzeug bis an das Merkzeichen, und etwas darüber ſich erhalten könne, ohne daß die untere Fläche der obern Schüſſel bis zur Berührung der Waſſerfläche hinab reichen könne.

Fig. 4. Die Senkwaage in ihrem Etui.

A, der cylindriſche Theil des Inſtruments, der in einer Furche des Etuis liegt, ſich oben an die Wände bey e e anlehnt, die das Stängelchen zwiſchen ſich durchgehen laſſen, in der Mitte durch den beweglichen meſſingenen Arm f feſtgehalten, und unten durch ein Korkſtück g, das ſich gegen die feſte Leiſte h ſtützt, in die Höhe gedrückt wird

i, ein Backenſtück mit einer Vertiefung und einer Druckſchraube, um dem Theile, der die Belaſtung trägt, Unterſtützung zu geben, damit die durch das eingeſchloſſene Queckſilber etwa entſtehende Bewegung die Arme des Eymers nicht zerbrechen.

k, das Senkgewicht in ſeiner paſſenden Höhlung.

l, das conſtante Auflegegewicht in einer hinlänglich langen Vertiefung, um es bequem herausnehmen zu können.

m, die innere Fläche des Deckels des Etuis, in n ausgehöhlt, um ohne Reiben den hervorſtehenden Theil der obern Schüſſel aufnehmen zu können. Ein inwendig auf dem Deckel geklebtes Papier zeigt das Gewicht des Werkzeuges mit dem Senkgewicht, und ohne das Senkgewicht, und die Volumina des Waſſers, die es in beiden Fällen aus der Stelle treibt, an; denn dies genau zu wiſſen, iſt oft nothwendig.

Von der Nützlichkeit der Senkwaage in Beziehung auf Tabellen der ſpezifiſchen Gewichte.

Man hat oft, ſowohl bey phyſikaliſchen Unterſuchungen, als im Handel, nöthig, das Verhältniß der Ingredienzen eines Gemiſches zweyer Flüſſigkeiten oder einer Vermiſchung zweyer Metalle zu beſtimmen; und um dieſe Operation leicht und ſicher zu machen, verband man damit ſeit einiger Zeit den Gebrauch von Tabellen, die auf Beobachtungen gegründet ſind, mit dem von einem Inſtrument, das auf der Stelle das Verhältniß der Dichtigkeit, wenigſtens bis auf die dritte Decimalſtelle angeben konnte.

Die Senkwaage erfüllt dieſen Zweck vollkommen. Um beſſer davon urtheilen zu können will ich die Anwendung davon auf das Gemiſch von Alcohol und Waſſer, und die Legirung des Zinnes mit Bley machen; weil man am öfterſten ein Intereſſe hat, dieſe beiden Zuſammenſetzungen in jener Hinſicht zu prüfen.

Tabelle über die eigenthümlichen Gewichte der Gemiſche aus Alcohol und Waſſer bey verſchiedenen Verhältniſſen beider Flüſſigkeiten, in der Temperatur von 60° Fahrenh., oder 12,44° R. oder 15,55° des Decimalthermometers.

Anmerk. Ich ſtelle in dieſer Tabelle die vom Bürger Chauſſier in den Mémoires des B. Gouvnain, beym Artikel Alkool (Pharmacie) der Encyclopaedie methodique, und die von Herrn Gilpin nach Grens neuem Journ. der Phyſ. Th. III. S. 128, zuſammen *).

Hundert

*) Noch verdient eine andere, von Herrn Lowitz in Crells chem. Annalen 1796. B. 1. S. 202. ff. bekannt gemachte

Hundert Theile des Gemiſches enthalten an	Spezifiſche Gewichte. nach Chauſſier.	nach Gilpin.
Alcohol — 100	0, 7980	0, 825
95	0, 8165	0, 8405
90	0, 8340	0, 8543
85	0, 8485	0, 8673
80	0, 8620	0, 8795
75	0, 87525	0, 8912
70	0, 8880	0, 9023
65	0, 9005	0, 9128
60	0, 9120	0, 9229
55	0, 9230	0, 9323
50	0, 9334	0, 9413
45	0, 94265	0, 9492
40	0, 9514	0, 9564
35	0, 95865	0, 9625
30	0, 96535	0, 9679
25	0, 97035	0, 9727
20	0, 97605	0, 9774
15	0, 9815	0, 9822
10	0, 9866	0, 9873
5	0, 99335	0, 9930
0	0, 99835	1, 0000

Man wird ſich nicht über die Unterſchiede zwiſchen beiden Angaben wundern, wenn man erwägt, daß der Alkohol, der bey den Beobachtungen nach Chauſſier gebraucht wurde, zu einem höhern Grade der Entwäſſerung gebracht war; denn ſein ſpezifiſches Gewicht betrug nun 0,798 bey derſelbigen Temperatur, bey welcher der vom Herrn Gilpin gebrauchte nur von 0,825 war.

 Aber

machte und von mir in meinen Grundriß der Naturlehre (dritte Ausg. Halle 1797. S. 256. ff.) aufgenommene Tabelle hier eine Anzeige. Das eigenthümliche Gewicht des reinſten Alcohols von 62° Fahrenh. iſt darin nur 0,791 geſetzt, und nach Herrn L. nicht höher anzunehmen. G.

Aber man hat Mühe, ſich zu überzeugen, daß dieſer Unterſchied einen eben ſo beträchtlichen in der Zuſammenziehung des Volums des Gemiſches bewirkt habe; denn das von Herrn Gilpin bey gleichen Theilen Waſſer und Alcohol angegebene iſt 0,025, da hingegen daſſelbe nach der Tabelle von Chauſſier 0,0454 beträgt.

Tabelle über das ſpezifiſche Gewicht der Miſchungen aus Zinn und Bley in verſchiedenen Verhältniſſen.

Ich habe mich zu dieſer Tabelle der von Bergenſtierna in den Abhandlungen der Academie zu Stockholm vom Jahr 1780 bekannt gemachten, und auch von Herrn Gren in ſeinem Handbuche der Chemie (§. 3195) abgedruckten, Beobachtungen bedient. Weil aber daſelbſt alle Verhältniſſe nur durch Veränderungen des abſoluten Gewichts bey gleichem Volume ausgedrückt, und fremde Gewichte gebraucht ſind, ſo war ich genöthigt, den Ausdruck zu ändern, und ihn auf die einfachere und gewöhnlichere Vergleichung mit deſtillirtem Waſſer zurückzuführen.

Ich habe in jeder fünften Reihe das mathematiſche oder durch Rechnung gefundene eigenthümliche Gewicht angegeben, um die Veränderungen des Volums bey dieſen Verbindungen bemerklich zu machen, die zu dem beſondern Fall gehören, daß die Dichtigkeit dabey abnimmt, ſtatt zu wachſen.

Das eigenthümliche Gewicht des reinen Bleyes verhält ſich zu dem des Waſſers, wie 11,1603 zu 1; das des Zinnes, wie 7,2914 zu 1.

Gewichtstheile. des Zinnes	des Bleyes.	Mathematiſches ſpezif. Gewicht.	Wirkliches ſpezif. Gewicht.
99	1	7, 3300	7, 3252
98	2		7, 3552
97	3		7, 3871
96	4		7, 4189
95	5	7, 4848	7, 4508
94	6		7, 4828
93	7		7, 5146
92	8		7, 5511
91	9		7, 5835
90	10	7, 6782	7, 6149
89	11		7, 6468
88	12		7, 6787
87	13		7, 7106
86	14		7, 7425
85	15	7, 8717	7, 7744
84	16		7, 8063
83	17		7, 8382
82	18		7, 8701
81	19		7, 9020
80	20	8, 0652	7, 9339
79	21		7, 9558
78	22		7, 9977
77	23		8, 0296
76	24		8, 0615
75	25	8, 2586	8, 0934
74	26		8, 1253
73	27		8, 1572
72	28		8, 1891
71	29		8, 2210
70	30	8, 4520	8, 2529
69	31		8, 2848
68	32		8, 3167
67	33		8, 3486

Gewichtstheile. des Zinnes.	des Bleyes.	Mathematisches spezif. Gewicht.	Wirkliches spezif. Gewicht.
66	34		8, 3828
65	35	8, 6455	8, 4170
64	36		8, 4511
63	37		8, 4853
62	38		8, 5195
61	39		8, 5537
60	40	8, 8397	8, 5879
59	41		8, 6228
58	42		8, 6562
57	43		8, 6904
56	44		8, 7246
55	45	9, 0333	8, 7588
54	46		8, 7929
53	47		8, 8271
52	48		8, 8613
51	49		8, 8955
50	50	9, 2258	8, 9319
49	51		8, 9729
48	52		9, 0189
47	53		9, 0550
46	54		9, 0960
45	55	9, 4203	9, 1373
44	56		9, 1552
43	57		9, 2190
42	58		9, 2600
41	59		9, 3033
40	60	9, 6139	9, 3466
39	61		9, 3727
38	62		9, 4355
37	63		9, 4788
36	64		9, 5221
35	65	9 ,8074	9, 5676
34	66		9, 6132

Gewichts-

Gewichtstheil. des Zinnes.	Gewichtstheil. des Bleyes.	Mathematisches spezif. Gewicht.	Wirkliches spezif Gewicht.
33	67		9, 6565
32	68		9, 7021
31	69		9, 7454
30	70	10, 0010	9, 7887
29	71		9, 8297
28	72		9· 8730
27	73		9, 9163
26	74		9, 9573
25	75	10, 1945	9, 9983
24	76		10, 0416
23	77		10, 0871
22	78		10, 1350
21	79		10, 1806
20	80	10, 3881	10, 2261
19	81		10, 2717
18	82		10, 3173
17	83		10, 3629
16	84		10, 4084
15	85	10, 5799	10, 4586
14	86		10 5062
13	87		10, 5543
12	88		10, 6021
11	89		10, 6500
10	90	10, 7734	10, 7001
9	91		10, 7479
8	92		10, 7958
7	93		10, 8414
6	94		10, 8869
5	95	10, 9668	10, 9354
4	96		10, 9781
3	97		11, 0236
2	98		11, 0692
1	99	11, 1216	11, 1148

Digitized by Google

3.
Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten; ferner über ein merkwürdiges Geſetz bey der Verdichtung des Waſſers durch Kälte, wenn es nahe an der Temperatur des Gefrierens iſt; und die bewundernswürdigen Wirkungen, welche dadurch in der Oeconomie der Natur hervorgebracht werden, nebſt Muthmaßungen, über die Endurſach der Salzigkeit des Meerwaſſers;

vom

Herrn Grafen Rumford*).

Erſtes Kapitel.

Inhalt.

Gefahr bey Zulaſſung angenommener Meinungen in phyſikaliſchen Unterſuchungen, ohne ſie vorher zu prüfen. — Der freye Durchgang der Wärme durch alle Körper, nach allen Richtungen, iſt noch nie in Frage genommen worden. — Dennoch durchdringt die Wärme auf dieſe Art nicht alle Körper ohne Ausnahme. — Luft, Waſſer und wahrſcheinlich alle übrigen

*) Count Rumford's experimental Eſſays, political, economical and philoſophical. Eſſay VII. Lond. 1797. 8.

Digitized by Google

übrigen flüſſigen Körper ſind in der That, Nicht-Leiter der Wärme. Zufällige Entdeckungen, welche zu einer Experimental-Unterſuchung über dieſen wiſſens-würdigen Gegenſtand leiteten. — Die innere Bewegung der Theile des flüſſigen Körpers wird ſichtbar gemacht. — Alles was der innern Bewegung der Theile des flüſſigen Körpers hinderlich iſt, hindert und verzögert auch die Fortpflanzung der Wärme in demſelben. — Man hat alſo Grund zu ſchließen, daß ſich die Fortpflanzung der Wärme, blos nach dieſen Bewegungen richtet; — daß ſie durch dieſe Bewegungen fortgepflanzt wird, — nicht aber durch den flüſſigen Körper ſelbſt dringt. — Pelzwerk, Federn und alle ähnliche Subſtanzen, welche der Luft eine warmhaltende Hülle gewähren, haben dieſelbe Wirkung im Waſſer. — Dieſe Wirkungen werden in beiden Flüſſigkeiten wahrſcheinlich auf dieſelbe Weiſe hervorgebracht, dadurch, daß bey der Operation des Ueberganges der Wärme die Bewegung ihrer Theile gehindert wird. — Die wärme leitende Kraft des Waſſers wird merklich geändert, wenn man es mit Materien miſcht, die es klebrig machen und ſeine Flüſſigkeit vermindern. — Dieſe Entdeckungen über die Fortpflanzungsart der Wärme im Waſſer, werfen ein großes Licht auf verſchiedene ſehr intereſſante Operationen in der Oeconomie der Natur. — Sie ſetzen uns in Stand, auf eine genugthuende Art, die Erhaltung der Bäume und andrer Pflanzen, ſo wie der Früchte, während des Winters in kalten Climaten zu erklären.

Bey phyſikaliſchen Unterſuchungen iſt gewiß nichts ſchädlicher, als etwas, ſo unverdächtig es auch erſcheinen mag, für ausgemacht anzunehmen, ehe es durch einen directen und entſcheidenden Verſuch geprüft iſt.

Schon öfters hatte ich im Verlauf meiner phyſikaliſchen Unterſuchungen Gelegenheit, die Folgen meiner Unachtſamkeit in Anſehung dieſer ſo nöthigen Vorſicht zu beklagen.

Keine Erſcheinung haben wir vielleicht ſo oft Gelegenheit zu beobachten, als die Fortpflanzung der Wärme.

 Die

Die Veränderungen der Temperaturen der ſinnlichen Gegenſtände, der feſten, tropfbar- — und elaſtiſch-flüſſigen Stoffe gehen beſtändig vor unſern Augen vor; und es giebt keine Thatſache, welche weniger bezweifelt würde, als der freye Durchgang der Wärme, nach allen Richtungen, durch alle Arten von Körpern. So richtig indeß auch dieſer Schluß, aus allen dem was wir im gemeinen Leben beobachten und erfahren, zu fließen ſcheinen mag, ſo iſt er dennoch nicht wahr. Gerade der irrigen Meinung bey dieſer Sache, die allgemein bey Gelehrten und Ungelehrten herrſcht, und wie ich glaube, nie bezweifelt worden iſt, muß man die geringen Fortſchritte in der Kenntniß der Wärme zuſchreiben: einer Kenntniß, die für das menſchliche Geſchlecht gewiß von der größten Wichtigkeit iſt.

Auch ich begann unter Einfluß dieſer Meynung, ſchon ſeit mehrern Jahren meine Verſuche über die Wärme; und wäre meine Aufmerkſamkeit nicht mit unwiderſtehlicher Gewalt durch eine zufällige Entdeckung auf dieſen Gegenſtand geleitet und fixirt worden, ſo würde ich wahrſcheinlich nie an dem freyen Durchgange der Wärme durch die Luft gezweifelt haben. Ja ſogar, nachdem ich durch Verſuche die mir völlig entſcheidend ſchienen, Urſache zu ſchließen hatte, daß die Luft ein Nichtleiter der Wärme ſey, oder daß die Wärme ſie nicht durchdringen könne, ohne durch ihre Theilchen fortgeführt zu werden, die in dieſem Prozeſſe ganz individuel und von einander unabhängig wirken: ſo war ich demohngeachtet noch weit entfernt, dieſen Gegenſtand weiter zu verfolgen, und durch Verſuche über die Art, wie die Wärme auch in andern Körpern ſich mittheilt, auszumitteln, und noch nicht aufmerkſam genug gemacht, die Möglichkeit zu argwohnen, daß dieſe Eigenſchaft ſich wohl noch weiter als auf elaſtiſche Flüſſigkeiten erſtrecke.

In

In Abſicht der liquiden Körper war ich ſo feſt überzeugt, die Wärme könne frey, nach allen Richtungen, durch ſie gehen, daß ich durch dieſes Vorurtheil durchaus geblendet und unfähig war, die überzeugendſten und offenbarſten Beweiſe der Trüglichkeit dieſer Meinung einzuſehen.

Schon in einer meiner letzten Schriften (Eſſay VI on the Management of fire and the Economy of Fuel) gab ich Nachricht, wie ich auf die Erfahrung geleitet wurde, daß Dampf und Flamme Nicht-Leiter der Wärme ſind. Jetzt werde ich dem Publikum über eine Reihe von Experimenten, die ich kürzlich angeſtellt habe, und welche zeigen, daß Waſſer — und wahrſcheinlich alle liquiden Körper — und Fluida aller Art, dieſelbe Eigenſchaft beſitzen, Rechenſchaft geben. Dies heißt ſoviel, obgleich die Theile jedes Fluidums individuel, von andern Körpern Wärme annehmen oder ihnen mittheilen können: ſo iſt doch unter dieſen Theilen ſelbſt aller Wechſel und alle Mittheilung der Wärme ſchlechderdings unmöglich. Vielleicht iſt es nicht ganz unintereſſant, die verſchiedenen Schritte zu kennen, durch welche ich zu der Experimental-Unterſuchung dieſes bewundernswürdigen Gegenſtandes gelangte.

Bey Tiſche hatte ich öfters bemerkt, daß gewiſſe Gerichte weit längere Zeit ihre Hitze behielten, als andere; und daß Aepfel-Paſten, und Aepfel mit Mandeln gemengt (ein Lieblings-Gericht in England) außerordentlich lange heiß blieben.

Zu der großen Verwunderung über dieſe auſſerordentliche Eigenſchaft, die Wärme ſo lange Zeit zurückzuhalten, wurde mir oft Veranlaſſung gegeben. Nie verbrannte ich mir meinen Mund oder ſah Andere in derſelben unangenehmen Lage, ohne darnach zu ſtreben, ir-

gend

gend einen hinreichenden Grund für dieſe beſondere Erſcheinung zu finden; aber immer vergebens.

Ohngefähr vor vier Jahren, weckte ein ähnlicher Zufall meine Aufmerkſamkeit und reitzte meine Neugier noch mehr. Ich war mit einem Experiment in einer Stube, die durch einen eiſernen Ofen geheitzt wurde, beſchäftigt; mein Mittageſſen, das in einer Schüſſel voll dicker Reisſuppe beſtand, wurde in die Stube gebracht; und da ich noch zu ſehr beſchäftigt war, um ſie ſogleich eſſen zu können, ſo befahl ich, damit ſie nicht kalt würde, ſie auf den Ofen zu ſetzen. Etwa eine Stunde darauf, ſo viel ich mich erinnern kann, wurde ich hungrig; ich ſah mein Eſſen auf dem Ofen, gieng hinzu und nahm einen Löffel voll Suppe, die ich beynahe ganz kalt und dick fand. Als ich zum zweytenmale den Löffel von ohngefähr tiefer tauchte, ſo verbrannte mir dieſer zweyte den Mund *). Dieſer Zufall erinnerte mich ſehr lebhaft an die heißen Aepfel und Mandeln, mit denen ich mir etwa ein Dutzend Jahre vorher in England ſo oft meinen Mund verbrannt hatte. Aber auch dies, ſo ſehr es mich in Erſtaunen ſetzte, war noch nicht hinreichend, mir die Augen zu öffnen, und mein Vorurtheil in Abſicht der wärme-leitenden Kraft des Waſſers aufzugeben.

Als ich mich zu Anfang des Jahres 1794 in Neapel aufhielt, mußte ich unter den vielen Naturſchönheiten, die meine Aufmerkſamkeit auf ſich zogen, vorzüglich die äußerſt intereſſanten Erſcheinungen in den heißen Bädern von Baja bewundern, und unter mehrern andern ſetzte mich beſonders folgende in Erſtaunen. Ich ſtand am Seeſtrande, nahe bey den Bädern, wo der heiße Dampf

*) Es iſt wahrſcheinlich, daß der Ofen beynahe ganz kalt war als die Schüſſel darauf geſetzt wurde, und daß auch die Suppe ſchon faſt ganz abgekühlt war; daß aber der Ofen von neuem geheizt wurde, und die Hitze plötzlich zunahm.

Digitized by Google

Dampf aus jedem Riſſe im Felſen und ſogar aus dem Boden drang. Ich war neugierig, meine Hand in das Waſſer zu halten. Da die Wellen der See ununterbrochen auf einander folgten und ſich über dem Strande ſelbſt brachen, ſo war es mir nicht unerwartet, das Waſſer kalt zu finden. Deſto größer war mein Erſtaunen, als ich mit der Hand durch das Waſſer hindurch in den Sand griff, und dieſen ſo heiß fand, daß ich ſie augenblicklich zurückziehen mußte. Der Sand war durchaus naß, und demohngeachtet war die Temperatur in einem Zwiſchenraume von zwey bis drey Zoll ſo groß! Dieß konnte ich nicht mit der großen wärme-leitenden Kraft des Waſſers vereinigen. Ja ich fand ſogar, daß die Oberfläche des Sandes allem Anſchein nach oben ſo war, als das darüber hinſtrömende Waſſer, und das vermehrte noch meine Verwunderung. Damals zweifelte ich zum erſtenmale an der wärme-leitenden Kraft des Waſſers und beſchloß Verſuche anzuſtellen, um dieſe Vermuthung zu beſtätigen. Dennoch verſchob ich die Ausführung meines Vorſatzes, bis etwa vor einem Monat; vielleicht wäre ich aber nie dazu gekommen, hätte nicht eine neue ganz unerwartete Erſcheinung meine Aufmerkſamkeit wieder darauf geleitet, und von neuem meine volle Neugier erregt.

Bey einer Reihe von Verſuchen über die Mittheilung der Wärme, wobey ich Gelegenheit hatte, Thermometer von ungewöhnlichen Breiten der Grade zu brauchen — (ihre Kugeln hatten über einen Zoll im Durchmeſſer), die mit verſchiedenen liquiden Stoffen gefüllt waren, hatte ich eines, das Weingeiſt enthielt, in eine ſo ſtarke Hitze, als es ertragen konnte, geſtellt. Ich brachte es, um es abzukühlen, in ein Fenſter, wohin gerade die Sonne ſchien. Als ich nun auf die Röhre hinſah, die ganz blos da ſtand, (denn die Grade

der

der Scale waren ins Glas mit dem Diamant eingeſchnitten,) ſo beobachtete ich eine Erſcheinung, die mich Wunder nahm, und mir zugleich höchſt intereſſant war. Ich ſah die ganze liquide Maſſe in der Röhre in einer ſehr ſchnellen Bewegung, nach entgegengeſetzten Richtungen, zugleicher Zeit hinauf und herunter. Die kupferne Kugel des Thermometers war zwey Jahre vorher gearbeitet worden, ehe ich Muße hatte, die Verſuche zu machen. Sie hatte leer geſtanden und war nicht verſtopft geweſen; einige Staubtheilchen, die ſich darin angeſetzt hatten, waren innig mit dem Weingeiſt vermengt, und wurden jetzt durch den Glanz der Sonnenſtrahlen vollkommen ſichtbar, (ſo wie die Staubtheilchen in einer dunkeln Stube, wenn ſie von der Sonne durch ein Loch beſchienen werden, ſichtbar werden); und ihre Bewegung entdeckte mir die heftige Bewegung des Weingeiſtes in der Röhre des Thermometers. Dieſe Röhre, deren innerer Durchmeſſer $\frac{4\frac{1}{2}}{100}$ Zoll, und die ſehr dünn iſt, beſteht aus ſehr durchſichtigem farbenloſen Glaſe; dies machte die Erſcheinung rein, deutlich und äußerſt ſchön. Da ich die Bewegung des Weingeiſtes mit einem Linſenglas näher betrachtete, ſo fand ich, daß der aufſteigende Strom die Achſe der Röhre einnahm; der heruntergehende aber längſt der Wand war.

Als ich die Röhre etwas neigte, bewegte ſich der aufſteigende Strom außer der Achſe und gieng längſt der obern Wand der Röhre, indeß der herabſteigende Strom die ganze untere Seite der Röhre einnahm.

Da die Abkühlung des Weingeiſtes in der Röhre durch Eiswaſſer, womit ich ſie benetzte, beſchleunigt wurde, ſo wurde auch die Geſchwindigkeit ſowohl des auf- als des herabſteigenden Stromes merklich beſchleunigt. Die Geſchwindigkeit beider Ströme nahm allmählig ab, ſo wie das Thermometer ſich abkühlte; und als

es

Digitized by Google

es ohngefähr die Temperatur der Stubenluſt hatte, ſo hörte die Bewegung gänzlich auf.

Wenn man die Kugel des Thermometers mit Pelz oder einer andern warmhaltenden Bedeckung umhüllte, ſo würde die Bewegung beträchtlich länger dauern.

Ich wiederholte dieſen Verſuch mit einem ähnlichen Thermometer von denſelben Dimenſionen, mit Leinöhl gefüllt, und die Erſcheinungen waren dieſelbigen, als ich es zum Abkühlen in das Fenſter ſetzte. Die Richtungen der Ströme, und die Stellen, die ſie in der Röhre einnahmen, waren dieſelben; dem Anſchein nach war ihre Bewegung eben ſo ſchnell, als in dem mit Weingeiſt gefüllten Thermometer. Ich konnte jetzt nicht länger in Anſehung der Urſach dieſer Erſcheinungen in Zweifel ſeyn, da ich überzeugt war, daß die Bewegung in dieſen Liquidis durch diejenigen ihrer Theilchen veranlaßt wurde, die individuel und nach einander (in ſucceſſion) ihre Wärme an die kalte Seitenwand der Röhre auf dieſelbe Art, wie ich an einem andern Orte von der Luft gezeigt habe, ihre Wärme an andere Körper abſetzen. Ich wurde hierdurch auf den Schluß geleitet, daß dieſe und wahrſcheinlich alle andere Liquida, in der That Nichtleiter der Wärme ſind, und ich entſchloß mich unmittelbar durch Verſuche, die Sache außer allem Zweifel zu ſetzen.

Als ich aufmerkſam über dieſen Gegenſtand nachdachte, ſo ſchien es mir, daß, wenn die Liquida in der That Nicht-Leiter der Wärme ſind, oder wenn die Wärme nur zufolge der innern Bewegung ihrer Theilchen ſich darin fortpflanzt, alles, was die Bewegung zu hindern ſtrebt, auch die Operation ſelbſt verzögern, und die Fortpflanzung der Wärme langſamer und ſchwieriger machen müſſe. Ich hatte gefunden, daß dieſes

wirk-

wirklich der Fall bey der Luft war, und ob ich gleich, (bey dem Einfluſſe eines harten und tiefeingewurzelten Vorurtheils) aus dem Reſultat eines noch unvollkommnen Verſuches, zu ſchnell geſchloſſen hatte, daß es in Anſehung des Waſſers nicht ſtatt hätte; ſo fand ich dennoch jetzt Gründe, dieſes Reſultat zu bezweifeln und dieſem Gegenſtande eine recht ſorgfältige und vollſtändige Unterſuchung zu widmen.

Ich glaubte, daß es bey dieſer Unterſuchung am beſten ſeyn würde, eine ähnliche Methode zu befolgen, als ich bey meinen Verſuchen über die wärme-leitende Kraft der Luft ſchon angewandt hatte; und ich richtete mir zu dieſem Zwecke einen ſchicklichen Apparat vor. Das erſte, was ich zu entdecken wünſchte, war zu wiſſen, ob die Fortpflanzung der Wärme durch Waſſer gehemmt werde oder nicht, wenn man die innere durch Wechſel der Temperatur verurſachte Bewegung der Theile des Waſſers hindere und erſchwere. Ich lies zu dieſem Zwecke eine gewiſſe Quantität von Wärme durch eine beſtimmte Quantität reines Waſſer, das in einen gewiſſen Raum eingeſchloſſen war, hindurch gehen, und bemerkte die zu dieſer Operation verfloſſene Zeit; ich wiederholte den Verſuch mit dem nemlichen Apparat, nur mit dem Unterſchied, daß jetzt das Waſſer, durch welches die Wärme gehen ſollte, mit einer geringen Menge von irgend einer zarten Subſtanz, wie z. B. Eyderdaunen, vermengt war, — die, ohne ſeine chemiſchen Eigenſchaften zu ändern, oder ſeine Flüſſigkeit zu mindern, nur dazu diente, die Bewegungen der Theile des Waſſers beym Transport der Wärme zu hemmen oder zu erſchweren; in dem Falle, daß die Wärme wirklich auf dieſe Art transportirt oder fortgeführt, und nicht frey durch die Liquida treten könne. Der Körper, der die Wärme aufnahm, und zugleich dazu diente, die Menge der mitgetheilten

theilten Wärme zu meſſen, war ein ſehr großes cylindriſches Thermometer (S. Taf. III.) Der Behälter (bulb) iſt aus dünnem Kupferblech gearbeitet, cylindriſch, aber an beiden Enden hemiſphäriſch.

Seine Dimenſionen ſind folgende:

Durchmeſſer	. .	1,84 Zoll,
Länge	. .	4,99 —
Inhalt	. .	13,2099 Cubiczoll.
äußere Oberfläche	.	28,834 Quadratzoll.

Die Dicke des Kupferblechs, woraus er gearbeitet iſt, beträgt 0,03 Zoll. Er wiegt leer 1846 Gr.; — und faßt bey der Temperatur von 55°, 3344 Gr. Waſſer. Dieſer kupferne Behälter hat eine Glasröhre 24 Z. lang und $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, die durch einen guten Kork in einer cylindriſchen Röhre von Kupfer, welche 1 Zoll lang und $\frac{56}{100}$ im Durchmeſſer iſt, und noch zu den metalliſchen Behälter gehört, befeſtigt iſt. Dieſes mit Leinöhl gefüllt und mit graduirter Scale verſehene Thermometer wurde in der Achſe eines hohlen aus dünnem Meſſingblech verfertigten, $11\frac{1}{2}$ Zoll langen und 2,3535 Zoll weiten Cylinders befeſtigt. Dieſer Cylinder iſt an dem einen Ende offen, an dem andern mit einem hemiſphäriſchen, nach Außen convexen, Boden geſchloſſen. Er wiegt 2261 Gran, und das Blech, woraus er gearbeitet iſt, hat 0,0128 Zoll in der Dicke. Der Bulbus des Thermometers wurde in den untern Theil dieſer meſſingenen cylindriſchen Röhre geſtellt. Um ihn in der Mitte oder Achſe derſelben zu erhalten, wurde er von drey hölzernen Pflöckchen, die $\frac{1}{4}$ Z. Länge und etwa $\frac{1}{10}$ Z. im Durchmeſſer hatten und die in eben ſo viel Röhrchen von dünnem Meſſingblech befeſtigt waren, gehalten.

Das obere Ende des Thermometer Bulbus wird in ſeiner Lage, oder in der Achſe des äußern Cylinders

 dadurch

dadurch erhalten, daß die Röhre des Thermometers durch ein in der Mitte eines Korkes, der das Ende des Cylinders verſchließt, angebrachtes Loch hindurch geht.

Der Boden des Bulbus des Thermometers ruhet nicht auf dem hemiſphäriſchen Boden des meſſingenen Cylinders, ſondern wird durch ein hölzernes Pflöckchen, wie die ſo eben beſchriebenen, in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll und darüber getragen. Dieſes Pflöckchen ſteckt in einer in der Mitte auf dem Boden des Cylinders angebrachten Scheide und ſteht ſenkrecht hervor. Die Enden aller dieſer Pflöckchen, die aus den Scheiden, worin ſie befeſtigt ſind, hervorragen, haben eine ſtumpfe Spitze, um ſoviel als möglich die Berührungspuncte zwiſchen den Enden dieſer Pflöckchen und dem Bulbus des Thermometers zu vermindern. Iſt das Thermometer an ſeinem gehörigen Platz, ſo bleibt auf jeder Seite deſſelben ein leerer Raum, zwiſchen dem Gefäß des Thermometers und der innern Oberfläche des meſſingenen Cylinders, in welchem dieſes eingeſchloſſen iſt. Die Entfernung der äußern Oberfläche des Gefäßes des Thermometers und der innern Oberfläche des daſſelbe umgebenden Cylinders iſt 0,25175 Zoll. Dieſer Raum iſt dazu beſtimmt, das Waſſer oder jede andre Subſtanz aufzunehmen, durch welche die Wärme in das Thermometer oder aus demſelben gehen ſoll. Die Quantität der Wärme, wird durch die Höhe der Flüſſigkeit im Thermometer angezeigt. Die erforderliche Menge Waſſer, um dieſen Raum zu füllen und noch das obere Ende des Thermometergefäßes $\frac{1}{4}$ Zoll hoch zu bedecken, wog 2468 Gran.

Nachdem das Thermometergefäß mit Waſſer oder einem andern Liquidum, deſſen wärmeleidende Kraft erforſcht werden ſoll, umgeben iſt, ſo wird ein rundes Stück Kork, von etwas kleinerm Durchmeſſer als der meſſingene Cylinder iſt, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit einem

Loch

Digitized by Google

Loch in der Mitte, durch welches die Röhre des Thermometers frey durchgehen kann, in den meſſingenen Cylinder hinabgelaſſen, doch nicht ganz ſo tief, um die Oberfläche des Waſſers oder der andern darinn enthaltenen Subſtanz berühren zu können. Dieſe Scheibe wird an ihrem Orte durch drey hervorragende meſſingene Stifte erhalten, die auf die äußere Seite des metallenen Halſes des Thermometergefäßes gelöthet ſind.

Iſt dieſe Korkſcheibe an ihrem Platz, ſo wird der obere Theil des hohlen meſſingenen Cylinders mit Eiderdunen gefüllt, und mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen, in deſſen Mitte ein Loch angebracht iſt, durch welches die Röhre des Thermometers hervorſteht. Da die ganze Scale des Thermometers vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte noch oberhalb dieſes Deckels iſt, ſo kann jede Veränderung der Wärme, welcher das Inſtrument ausgeſetzt iſt, zu jeder Zeit beobachtet werden, ohne einen Theil des Apparates in Unordnung zu bringen.

Das Thermometer iſt nach Fahrenheits Scale eingetheilt, und ſeine Abtheilungen correſpondiren mit einem ſehr genau gearbeiteten Queckſilber-Thermometer von Troughton.

Die Verſuche mit dieſem Inſtrument, das ich um es auszuzeichnen, mein cylindriſches Paſſage-Thermometer (cylindrical paſſage thermometer) nennen werde, wurden auf folgende Art veranſtaltet:

Nachdem das Thermometer auf die oben beſchriebene Weiſe in ſeiner meſſingnen Röhre befeſtigt, und mit derjenigen Subſtanz umgeben war, deren wärme-leitende Kraft beſtimmt werden ſollte, wurde das Inſtrument in ſchmelzendes Eis geſtellt, bis das Thermometer auf 32° fiel. Dann nahm ich den Apparat heraus und tauchte ihn augenblicklich in ein großes Gefäß voll kochen-

Digitized by Google

chenden Waſſers. Die wärme-leitende Kraft der Subſtanz, welche der Gegenſtand dieſes Verſuchs war, wurde durch die Zeit beſtimmt, welche die Wärme gebrauchte, um durch dieſelbe in das Thermometer zu treten. Dieſe Zeit wurde ſorgfältig bemerkt, wenn das Thermometer zum 40ſten Grade kam, und eben ſo, wenn es immer um 20 Grade ſtieg.

Je langſamer die Wärme in einem Medium ſich bewegt oder fortgeführt wird, deſto längere Zeit iſt für eine gewiſſe Quantität derſelben erforderlich, um durch daſſelbe zu gehen, und da das Thermometer die Veränderungen in der Temperatur des erhitzten oder abgekühlten Körpers anzeigt, nämlich des Liquidums, womit das Thermometer gefüllt iſt, nach Maaßgabe des Durchganges der Wärme durch das Medium, womit das Thermometer umgeben iſt, ſo wird auch die wärme-leitende Kraft dieſes Mediums durch die Geſchwindigkeit des Steigens oder Fallens des Thermometers angegeben, wenn das Inſtrument, nachdem es zuvor zu einer gewiſſen Temperatur gebracht worden iſt, plötzlich in ein anderes Medium von einer andern gegebenen bleibenden Temperatur gebracht wird.

Da ich die Zufälle mit den heißen Aepfelpaſten noch im friſchen Andenken hatte, ſo war ich nach Vollendung dieſes Inſtruments neugierig zu erfahren, ob denn wirklich Aepfel, die, wie ich wohl wußte, beynahe blos aus Waſſer beſtehen, eine größere Kraft beſitzen die Wärme zurückzuhalten, als dieſes Liquidum, wenn es rein oder nicht mit andern Körpern vermiſcht iſt. Damit aber der Erfolg um deſto genugthuender ſeyn möchte, ſo beſtimmte ich erſt auf folgende Art, wie viel Waſſer wirklich in Aepfeln ſey, und wie ſich ihre faſerigen Theile zu ihrem ganzen Volumen verhielten. 960 Gran geſchmorte Aepfel (ſie waren vorher ſorgfältig geſchält und

von

von Stielen und Kernen befreyet), wurden in einer großen Menge kalten Waſſers gewaſchen, und nachdem ſich die faſerigen Theile auf den Boden des Gefäßes geſetzt hatten, wurde der helle Theil der Flüſſigkeit abgegoſſen, der zurückbleibende faſerige Ueberreſt durchaus getrocknet und ſorgfältig gewogen, wo er gerade 25 Gr. betrug.

Dieſer faſerige Ueberreſt von 960 Gran gekochter Aepfel wurde von neuem in einer Menge kalten Waſſers gewaſchen, durchaus getrocknet, indem er einige Tage lang in einer Theetaſſe auf einen Ofen geſetzt wurde, den man beſtändig heiß erhielt, und dann wiederum gewogen, wo ſich dann fand, daß er nicht mehr als $18\frac{2}{10}$ Gran wog.

Aus dieſem Experiment folgt, daß der faſerige Theil gekochter Aepfel noch weniger als $\frac{1}{50}$ ihrer ganzen Maſſe beträgt; und man hat hinlänglichen Grund zu ſchließen, daß der Reſt, der mehr als $\frac{49}{50}$ des Ganzen ausmacht, faſt nichts als Waſſer iſt *).

Nachdem ich den Bulbus meines cylindriſchen Paſſage-Thermometers mit einer Quantität dieſer geſchmorten Aepfel, (deren breyartige Maſſe kein Zeichen von Flüſſigkeit mehr zeigte) umgeben hatte, ſo wurde das Inſtrument in geſtoßenes Eis, das auf dem Schmelzpunkte ſtand, geſtellt, und als das Thermometer anzeigte, daß alles bis 32° abgekühlt war, ſo wurde das Inſtrument aus dem ſchmelzenden Eiſe genommen, und in ein großes Gefäß voll kochenden Waſſers getaucht, und dieſes wurde ſo lange, als der Verſuch dauerte, immer im heftigen

*) Dies letztere folgt nicht aus dieſem Verſuche, indem die ſchleimigten und zuckerartigen Theile, die ſich im Waſſer auflöſen, dabey ganz überſehen ſind; und deshalb ſind auch die Folgerungen des Verfaſſers in Anſehung der wärmeleitenden Kraft nicht ganz zuläſſig. G.

Digitized by Google

heftigen Kochen erhalten. Die während der Erhitzung des Thermometers von 20 zu 20° bemerkten Zeiten wurden in eine Tabelle eingetragen, die zu dem Endzwecke vorläufig gemacht war.

Dieſes Experiment wurde zweymal wiederholt, und auch ſo abgeändert, daß das Inſtrument zuerſt bis zur Temperatur des kochenden Waſſers erhitzt, dann in ſchmelzendes Eis getaucht und die Zeit des Austrittes der Wärme aus dem Thermometer bemerkt wurde. Denn nahm ich die Aepfelmaſſe um das Thermometer herum weg, und füllte den Raum mit reinem Waſſer, womit ich ſodann die Verſuche wiederhohlte. Die folgenden Tabellen zeigen die Reſultate dieſer Verſuche.

Zeit

Digitized by Google

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer trat			
	durch geſchmorte Aepfel.		durch Waſſer.	
	Verſuch. Nro. 1.	Verſuch. Nro. 3.	Verſuch. Nro. 5.	Verſuch. Nro. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Bey Erhitzung des Therm. von der Temper. v. 32° zu der von 40°	95	89	45	45
von 40° zu 60°	75	67	36	35
60° zu 80°	61	56	34	31
100°	65	60	30	30
120°	73	66	37	36
140°	90	82	44	44
160°	121	113	63	60
180°	188	170	93	90
200°	360	364	226	215
Summe der Zeiten bey Erhitzung d. Therm. v. 32° zu 200°	1128	1057	608	586
Summe d. Zeiten um das Inſtrument 80° zu erhitzen, z. E. v. 80° zu 160°	349″	321″	174″	370″
Mittelzahlen bey d. Erhitzung v. 80° zu 160°	in geſchmorten Aepfeln 335″		in Waſſer 172″	

Die Reſultate dieſer Verſuche zeigen, daß die Hitze weit ſchwieriger, oder weit langſamer geſchmorte Aepfel als reines Waſſer durchſtreicht. Da nun geſchmorte Aepfel aus nichts beſtehen, als Waſſer mit

 einem

Digitized by Google

einem kleinen Theile faſeriger und ſchleimiger Materie gemiſcht; ſo zeigt dies, daß die wärme-leitende Kraft des Waſſers geſchwächt werden könne.

Die Reſultate der folgenden Verſuche werden dieſen Schluß beſtätigen.

	Zeit, in welcher die Wärme aus den Thermometer trat			
	durch geſchmorte Aepfel.		durch Waſſer.	
	Verſuch. Nro. 2.	Verſuch. Nro. 4.	Verſuch. Nro. 6.	Verſuch. Nro. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Bey Abkühl. d. Thermom. von der Temperatur von 200° zu der v. 180°	80	74	46	37
v. 180° zu 160°	70	72	42	37
160° zu 140°	84	83	43	43
120°	107	101	54	51
100°	141	136	73	73
80°	198	190	112	105
60°	321	307	200	204
40°	775	733	483	461
Summe d. Zeit während d. Abkühlung v. 200° zu 40°.	1781	1696	1053	1011
Summe d. Zeiten um das Inſtrum. um 80° abzukühlen, z. E. v. 160° bis 80°	530″	510″	282″	272″
Mittelzahl bey Abkühlung von 160° bis 80°	In geſchmorten Aepfeln 520″		In Waſſer 277″	

Da

Da die Erhitzung und Erkältung des Inſtruments, wenn es ſich der Temperatur des Mediums, in welchem es ſteht, nähert, ſehr langſam geht, während auf der andern Seite dieſer Prozeß ſehr beſchleunigt wird, wenn die Temperatur des Inſtruments von der des Mediums ſehr verſchieden iſt, ſo tragen beide Umſtände zuſammen dazu bey, daß die Beobachtungen an den Enden der Scale des Thermometers dem Irrthume weit mehr unterworfen, alſo auch weniger befriedigend ſind, als die, welche in der Mitte derſelben angeſtellt werden. Damit nun die allgemeinen Folgerungen aus den Reſultaten dieſer Experimente nicht durch die Wirkungen dieſes unvermeidlichen Mangels der Genauigkeit fehlerhaft gemacht werden möchten, nahm ich, anſtatt die Geſchwindigkeit des Durchganges der Wärme aus den, beym Erhitzen und Abkühlen des Thermometers durch die ganze Länge ſeiner Scale, oder vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt, verfloſſenen Zeiten zu ſchätzen, die bey deſſen Erhitzung und Abkühlung um 80° in der Mitte der Scale z. E. zwiſchen 80° und 160° verfloſſenen Zeiten, als den Maaßſtab der wärme-leitenden Kraft der Subſtanzen, durch welche die Wärme gehen ſollte.

Demohngeachtet habe ich auch die Zeiten bemerkt, welche bey Erhitzung und Abkühlung des Inſtruments in einem größern Intervalle verſtreichen, nämlich durch 168° bey der Erhitzung, oder von 32° bis 200°; und bey der Abkühlung durch 160°, oder von 200° bis 40°.

In Abſicht der Abkühlung des Inſtruments muß ich meinen Leſer belehren, daß, ob ich gleich in den Tabellen keiner höhern Temperatur als der von 200° erwähnt habe, ich dennoch immer das Inſtrument bis zum Siedepunkt des Waſſers erhitzte, der bey dem Druck der Atmoſphäre in München, wo ich dieſe Ver-

ſuche anſtellte, gewöhnlich bey $209\frac{1}{2}^{\circ}$ von Fahrenheits Scale iſt. Das Inſtrument blieb ſo lange im kochenden Waſſer, bis das Thermometer ſtill ſtand, dann wurde es aus dem Waſſer ſogleich in ſchmelzendes Eis getaucht, und die Zeit ſorgfältig zu beobachten und anzumerken angefangen, ſobald das Liquidum im Thermometer an die Abtheilung der Scale vom 200ſten Grade trat, und ſo auch, wenn es bey andern in den Tabellen angezeigten Abtheilungen anlangte.

Was die vier letzten Verſuche betrift (Nro. 2, 4, 6, und 8.), ſo wird man bey der Unterſuchung finden, daß ihre Reſultate ſehr genau mit den vorhergenannten übereinſtimmen. Sie beweiſen alſo wirklich und entſcheidend die wichtige Thatſache: daß eine geringe Quantität gewiſſer Subſtanzen mit Waſſer vermiſcht, ſehr ſtark die wärme-leitende Kraft dieſes Fluidums zu ſchwächen vermag. In den Verſuchen Nro. 1 und 2., die beide an Einem Tage und in der Ordnung, wie ſie bezeichnet ſind, gemacht wurden, wurde die Wärme bey dem Durchgang durch die Maſſe der geſchmorten Aepfel, die das Thermometer umgaben, weit mehr gehindert, als in den Verſuchen Nro. 3. und Nro 4., die am folgenden Tage angeſtellt wurden. Wahrſcheinlich wurde dies durch irgend eine Veränderung in der Conſiſtenz dieſer weichen Maſſe bewirkt, die in der Zeit entſtanden war, als das Inſtrument in der Zwiſchenzeit in Ruhe blieb. Doch, ſtatt mich bey der Erklärung hiervon aufzuhalten, will ich noch von einigen Verſuchen Nachricht geben, aus deren Reſultaten wir uns weit befriedigender belehren können, als ich es durch alle Speculationen über dieſen Gegenſtand zu thun im Stande bin. Wenn wir annehmen, daß die Wärme im Waſſer eben ſo wie in der Luft und andern elaſtiſchen Flüſſigkeiten fortgepflanzt, nemlich, daß

daß ſie durch ſeine Theilchen transportirt wird. daß dieſe Theilchen durch den Wechſel des ſpecifiſchen Gewichtes bey Veränderung der Temperatur in Bewegung geſetzt werden, und daß überhaupt keine Mittheilung oder kein Wechſel ihrer Wärme zwiſchen den Theilchen eines und deſſelben Fluidums ſtatt findet, ſo iſt es offenbar, daß die Fortpflanzung der Wärme in einem Fluidum auf zweyerley Art gehemmt werden kann, einmal dadurch, daß wir ſeine Flüſſigkeit vermindern, welches durch Auflöſung irgend einer ſchleimigen Subſtanz darin geſchieht, und dann noch auf eine noch weit einfachere Weiſe dadurch, daß wir die Bewegung ſeiner Theilchen während der Operation des Transports der Wärme erſchweren und verhindern, welches dadurch erhalten wird, daß man irgend einen feſten Körper, (der indeß ein Nichtleiter der Wärme ſeyn muß) in kleinen Maſſen, oder von großer Oberfläche in Proportion gegen ſeine Dichtigkeit, mit dem Fluidum vermengt.

In den vorhergehenden Verſuchen mit geſchmorten Aepfeln wurde der Durchgang der Wärme durchs Waſſer, (denn dies war bey weitem der größte Beſtandtheil der Maſſe), ohne Zweifel auf beide Art gehindert. Der ſchleimige Theil der Aepfel verringerte die Flüſſigkeit des Waſſers um ein beträchtliches, während zu gleicher Zeit die faſerigen Theile die innern Bewegungen erſchwerten.

Um die comparativen Wirkungen dieſer beiden Urſachen einzeln zu erfahren, war es nöthig, ſie von einander zu trennen; oder Verſuche anzuſtellen, wo nur immer die eine Urſache auf einmal wirkte. Dies that ich nun auf folgende Weiſe.

Um die durch Verminderung der Flüſſigkeit des Waſſers hervorgebrachten Wirkungen zu erfahren, vermiſchte

miſchte ich 2276 Gran Waſſer mit einer geringen Quantität, nämlich mit 192 Gran Stärke, und um die Wirkung zu beſtimmen, die durch bloße Hemmung der Bewegungen des Waſſers hervorgebracht werden, vermengte ich es mit einer gleichen Menge (nach dem Gewichte) Eider-Dunen. Die Stärke, ſo wie die Eyder-Dunen, wurden mit dem Waſſer gekocht; letztere deswegen, um ſie von der Luft zu befreyen, die ihnen, wie bekannt, hartnäckig anhängt.

Damit dieſe Verſuche deſto leichter mit den mit geſchmorten Aepfeln und mit reinem Waſſer angeſtellten verglichen werden können, will ich ihre Reſultate ſämmtlich in folgenden Tabellen zuſammenſtellen.

Zeit.

Digitized by

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer trat.			
	durch eine Miſchung von 2276 Gr. Waſſer u. 192 Gr. Stärke.	durch eine Miſchung v 2276 Gr. Waſſer und 192 Gr. Eider-Dunen.	Durch geſchmorte Aepfel.	Durch reines Waſſer.
	Verſuch. Nr. 9.	Verſuch. Nr. 11.	Mittelzahl. der beiden Verſ. Nr. 1. u. Nr. 3.	Mittelzahl. der beiden Verſ Nr. 5. u. Nr. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Während d. Erhitzung d. Thermometers von 32° bis 40°	101	83	92	45
v. 40° bis 60°	72	55	71	$35\frac{1}{2}$
60° bis 80°	64	49	$58\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$
100°	63	52	$62\frac{1}{2}$	30
120°	74	57	$69\frac{1}{2}$	$36\frac{1}{2}$
140°	89	67	86	44
160°	115	93	117	$61\frac{1}{2}$
180°	178	133	179	$91\frac{1}{2}$
200°	453	360	362	$220\frac{1}{2}$
Summe d. Zeiten während der Erhitzung d. Inſtruments von 32° bis 200°	1109	949	$1096\frac{1}{2}$	597
Verfloßene Zeiten bey Erhitz. des Thermomet. innerhalb 80° z. E. von 80° bis 160°	341″	269″	335″	172″

Zeit,

	Zeit, in welcher die Wärme aus dem Thermometer trat			
	durch eine Miſchung v. 2276 Gr. Waſſer und 192 Gran Stärke.	durch eine Miſchung v. 2276 Gr. Waſſer und 192 Gran Eider-Dunen.	Durch geſchmorte Aepfel.	Durch reines Waſſer.
	Verſuch. Nr. 10.	Verſuch. Nr. 12.	Mittelzahlen d. beiden Verſ. Nr. 2. und Nr. 9.	Mittelzahlen d. beiden Verſ Nr 6. und Nr. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Während d. Abkühlung d. Thermomet. v. 200° bis 180°	69	68	77	$4\frac{1}{2}$
v. 180° b. 160°	66	61	$73\frac{1}{2}$	$39\frac{1}{2}$
v. 160° b. 140°	74	72	$83\frac{1}{2}$	43
120°	92	91	104	$52\frac{1}{2}$
100°	119	120	$138\frac{1}{2}$	73
80°	173	177	194	$108\frac{1}{2}$
60°	283	279	314	202
40°	682	673	754	472
Summe d. Zeiten während der Abkühlung von 200° bis 40°	1548	1541	$1749\frac{1}{2}$	1032
Verfloßene Zeiten bey Abkühl. d. Instruments innerhalb 80° z. E. von 160° bis 80°	468″	460″	528″	277″

Da

Digitized by Google

Da die Reſultate dieſer Verſuche auf die entſcheidenſte Art beweiſen, daß die Fortpflanzung der Wärme im Waſſer, nicht nur durch ſolche Dinge aufgehalten wird, welche ſeine Flüſſigkeit vermindern, ſondern auch durch ſolche, welche auf mechaniſche Weiſe, und ohne eine Verbindung damit einzugehen, die innern Bewegungen hemmen, ſo ſcheint es mir, daß dadurch faſt bis zur Demonſtration erwieſen wird, daß die Wärme im Waſſer nur zu Folge der innern Bewegungen deſſelben fortgepflanzt, — oder, daß ſie von den Theilchen dieſes Liquidums transportirt oder fortgeführt (carried) wird, und ſich nicht, wie man gewöhnlich glaubt, darin ausbreitet und expandirt.

Ich habe an einem andern Orte *) gezeigt, und ich kann ſagen, bewieſen, daß die Wärme in der Luft ſich wirklich eben ſo verbreitet, als wie ich hier im Waſſer annehme. Findet man nun, daß die wärmeleitende Kraft beider Flüſſigkeiten durch dieſelben Mittel geſchwächt wird, ſo giebt uns dies ſtarke Gründe zu ſchließen, daß ſie beide die Wärme auf gleiche Weiſe leiten. Dies hat ſich nun auch wirklich beſtätigt.

Eiderdunen, welche die ſpecifiſchen Eigenſchaften dieſer beiden Flüſſigkeiten auf keine Weiſe ändern, und wenn ſie mit ihnen gemengt ſind, nichts bewirken können, als die innern Bewegungen derſelben verhindern und erſchweren, ſchwächen nun wirklich die wärme-leitende Kraft beider Materien.

Vergleichen wir nun dieſe Verſuche mit denen, die ich über die wärme-leidende Kraft der Luft angeſtellt habe, ſo

*) Man ſehe die Philoſophical Transactions 1792, (und Journal der Phyſ. B. VII. S. 246.)

ſo werden wir ſogar finden, daß die wärme-leitende Kraft des Waſſers, wenn nicht ganz, doch beynahe eben ſo ſehr als die der Luft, durch Vermengung mit Eiderdunen geſchwächt werde.

Bey vielen Verſuchen über die verſchiedenen Subſtanzen, deren man ſich zu wärmhaltenden Hüllen bedient, fand ich, daß, wenn die Dicke einer Luftſchicht, die der Wärme gleichſam Schranken ſetzt, dieſelbige bleibt, der Durchgang der Wärme durch dieſelbe erſchwert wird, wenn die Menge der leichten Subſtanz, die zur Hemmung ihrer innern Bewegung damit vermiſcht iſt, zunimmt.

Um zu ſehen, ob ähnliche Wirkungen durch dieſelben Mittel, beym Durchgange der Wärme durch Waſſer, hervorgebracht würden; ſo wiederholte ich die Verſuche mit Eiderdunen, verringerte aber die Quantität, die ich mit dem Waſſer vermengte bis auf 48 Gran oder bis auf ein Viertheil der bey den Verſuchen No. 11. und No. 12. angewandten Menge.

Die Reſultate dieſer Verſuche und eine Vergleichung derſelben mit den oben angeführten, können folgende Tabellen zeigen.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer trat		
	durch Waſſer mit 48 Grad oder $\frac{1}{50}$ des Volums Eiderdunen.	durch Waſſer mit 192 Gr. oder $\frac{4}{50}$ des Vol. Eiderdunen.	durch reines Waſſer.
	Verſuch No. 13.	Verſuch No. 11.	Mittelzahlen der beiden Verſuche No. 5. u. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
während der Erhitzung des Therm. von 32° bis 40°	51	83	45
von 40° bis 60°	47	55	$35\frac{1}{2}$
60° bis 80°	39	49	$32\frac{1}{2}$
100°	40	52	30
120°	45	57	$36\frac{1}{2}$
140°	56	67	44
160°	74	93	$61\frac{1}{2}$
180°	118	133	$91\frac{1}{2}$
200°	293	360	$220\frac{1}{2}$
Summe der Zeiten bey Erhitzung von 32° bis 200°	763	949	597
Verfloſſene Zeiten bey Erhitzung des Inſtruments innerhalb 80°, oder von 80° bis 160°	215″	269″	172″

	Zeit, in welcher die Wärme aus dem Thermometer trat		
	durch Waſſer mit 48 Grad, oder $\frac{1}{30}$ Eiderdunen.	durch Waſſer mit 192 Gr. $\frac{4}{30}$ Eiderdunen.	durch reines Waſſer.
	Verſuch No. 14.	Verſuch No. 12.	Mittelzahlen der beiden Verſuche No. 6. u. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
während der Abkühlung des Thermometers von 100° bis 180°	49	68	$41\frac{1}{2}$
von 180° bis 160°	50	61	$39\frac{1}{2}$
von 160° bis 140°	56	72	43
120°	70	91	$52\frac{1}{2}$
100°	96	120	73
80°	151	177	$108\frac{1}{2}$
60°	262	279	202
40°	661	673	472
Summe der Zeiten bey Abkühlung von 200° bis 40°	1395	1541	1032
Verfloſſene Zeiten bey Abkühlung des Inſtruments innerhalb 80° z. E. von 160° bis 80°	373″	460″	277″

Die Reſultate dieſer Experimente ſind äußerſt intereſſant. Sie machen uns mit einer neuen und wiſſenswürdigen Thatſache bekannt; daß nämlich Federn und andere ähnliche Subſtanzen, von denen bekannt iſt, daß ſie in der Luft ſehr wärmhaltende Hüllen gewähren, nicht nur zu demſelben Zwecke im Waſſer dienen, ſondern daß ſogar ihre Wirkungen, den Durchgang der Wärme zu verhindern, im Waſſer größer ſind, als in der Luft.

Irre ich mich nicht, ſo wirft dieſe Entdeckung ein großes Licht über viele der intereſſanteſten Theile in der Haushaltung der Natur, und gewährt uns ſehr befriedigende Belehrung über die Endurſachen mehrerer Erſcheinungen, die bisher nur wenig aufgeklärt worden ſind.

Da liquides Waſſer das Vehikel der Wärme und der Ernährung, alſo auch des Lebens, in jedem lebenden Körper iſt; da ferner, Waſſer, ſich ſelbſt überlaſſen, bey einem weit geringeren Grade von Kälte gefriert, als der iſt, welcher gewöhnlich in kalten Climaten herrſcht; ſo ſtimmt es mit den Ideen, die wir von der Weisheit des Schöpfers haben, zuſammen, anzunehmen, daß wirkſame Maaßregeln getroffen ſeyn müſſen, um eine hinlängliche Menge dieſes Liquidums in ſeinem flüſſigen Zuſtande zu erhalten, um das Leben während der kalten Jahreszeit zu erhalten. Wir finden nun, daß dies wirklich ſo iſt. Wir ſehen, daß beides, Pflanzen und Thiere die längſten und ſtrengſten Winter überleben; die Mittel aber, die dazu angewandt werden, dieſe bewundernswürdigen Wirkungen hervorzubringen, ſind noch nicht unterſucht; wenigſtens nicht in Beziehung auf die Vegetabilien *).

Da thieriſche und vegetabiliſche Körper in vielen Rückſichten weſentlich von einander verſchieden ſind, ſo

kann

*) Man ſehe jedoch Herrn Sennebiers Abhandlung, im Journal d. Phyſ. B. VII. S. 402. ff. G.

kann man ſehr natürlich vorausſetzen, daß die Mittel, welche zur Erhaltung derſelben gegen die nachtheiligen Wirkungen des Gefrierens ihrer Flüſſigkeiten angewendet ſind, auch verſchieden ſeyn müſſen.

Bey organiſirten Körpern, die auf der Oberfläche der Erde leben, und alſo dem Wechſel der Jahreszeiten ausgeſetzt ſind, finden wir, daß, je größer das Verhältniß ihrer flüſſigen Theile zu den feſten iſt, deſto größer auch die Wärme ſey, die zur Erhaltung des Lebens und der Geſundheit erforderlich iſt, und daß ſie deſto weniger im Stande ſind, einen beträchtlichen Wechſel ihrer Temperatur zu ertragen.

Das Verhältniß der flüſſigen Theile gegen die feſten, iſt in Thieren viel größer als in Pflanzen, und um in ihnen die größte Menge von Wärme, die zur Erhaltung des Lebens nothwendig iſt, zu erhalten, ſind ſie mit Lungen begabt. und werden durch einen ähnlichen Proceß erwärmt, als der iſt, durch welchen beym Verbrennen entzündlicher Subſtanzen Wärme erzeugt wird.

Unter den Pflanzen ſind die ſaftvollſten einjährig. Da ſie nicht mit Lungen verſehen ſind, welche die große Maſſe der liquiden Theile, die ihre weiten und dünnen Gefäße füllen, warm erhalten, ſo leben ſie ſo lange, als ſie der wohlthätige Einfluß der Sonne erwärmt und ihre ſchwachen Kräfte belebt; und ſie ſterben ab, ſo bald ſie dieſer Stütze beraubt werden.

Man findet in kalten Gegenden mehrere zarte Pflanzen, die im Herbſte abſterben, deren Wurzeln aber den ganzen Winter über friſch bleiben, und im folgenden Frühjahre neue Sprößlinge treiben. Bey dieſen finden wir immer, daß die Wurzeln compacter und dichter ſind, als der Schaft, oder daß ſie kleinere Gefäße und ein geringeres Verhältniß flüſſiger Theile haben.

Bey

Bey den Bäumen werden wir immer finden, daß diejenigen, die ein größeres Verhältniß dünner wäſſerichter Theile enthalten, nicht nur jeden Herbſt das Laub fallen laſſen, ſondern auch zuweilen in ſtrengen Wintern erfrieren und wirklich abſterben. Viele Tauſende von Wallnußbäumen ſtarben während des kalten Winters im Jahre 1788 in der Churpfalz ab *); und es iſt bekannt, daß wenige, vielleicht keine, der einjährigen Pflanzen unſers gemäßigten Climas die außerordentliche Kälte der kalten Zone aushalten würden.

Die Bäume, welche in dieſen unwirthbaren Climaten wachſen, und der Kälte des grimmigſten Winters trotzen, enthalten ſehr wenige flüſſige Theile. — Man kann den dicken und klebrigen Saft der in ihren Gefäßen circulirt, kaum flüſſig nennen. Hat man alſo nicht die ſtärkſte Urſache zu glauben, daß dies ſo blos zu dem Entzwecke eingerichtet ſey, um zu verhindern, daß ſie aller ihrer Wärme beraubt werden, und während der Kälte des Winters nicht erfrieren?

Wir ſahen in den vorhergehenden Verſuchen, wie ſehr die Fortpflanzung der Wärme in einem Liquidum durch Verminderung der Flüſſigkeit deſſelben zurückgehalten wird, kann dies nun nicht fortdaurend der Fall ſeyn, ſo lange noch ein Grad der Flüſſigkeit da iſt?

Der Stamm und die Aeſte der Bäume ſind im Winter nicht mit Schnee bedeckt, der ihre Wurzeln vor der kalten Atmoſphäre ſchützt; es iſt alſo offenbar, daß außer-

*) Merkwürdig, und für die Behauptung des Herrn Vefaſſers allerdings beſtätigend iſt es, daß in dem genannten Jahre in hieſigen Gegenden diejenigen Wallnußbäume mehrentheils erhalten wurden, die hoch und frey, und an kältern Orten ſtanden, eben weil ſie bey dem frühzeitig eintretenden ſtarken Froſte minder ſaftreich waren, als die, welche bey mehrerm Schutze länger ihr Laub behalten hatten. G.

Digitized by Google

außerordentliche Mittel erforderlich ſind, um ſie vor dem Erfrieren zu ſchützen. Die Rinde aller der Bäume, die von der Natur beſtimmt ſind, große Kälte zu ertragen, bilden eine ſehr warmhaltende Bedeckung; doch würde dieſe einzige Vorſicht ſicherlich nicht zu ihrem Schutze hinlänglich geweſen ſeyn. Der Saft aller Bäume, die eine anhaltende Kälte ertragen können, wird bey Annäherung des Winters dick und klebrig. Welchem wichtigeren Zwecke konnte dieſe Veränderung wohl entſprechen, als dem angegebenen? — Es würde mehr als Thorheit ſeyn, zu behaupten, dies entſpreche gar keinem nützlichen Zwecke.

Wir ſahen aus den Reſultaten der vorigen Verſuche, wie viel die bloße Erſchwerung der innern Bewegung der tropfbarflüſſigen Subſtanzen dazu beyträgt, die Fortpflanzung der Wärme in denſelben, alſo auch ihren Durchgang aus denſelben zu verzögern; bedenken wir nun noch die ſo außerordentliche Kleinheit der Gefäße, in welchen der Saft der Pflanzen ſich bewegt, und vorzüglich in großen Bäumen; erwägen wir, daß die Subſtanz, aus welcher dieſe kleinen Röhrchen gebildet ſind, als einer der beſten Nichtleiter der Wärme bekannt iſt *); — ſetzen wir zu dem allen noch die Hinderniſſe für

*) Noch kürzlich hatte ich zufällig Gelegenheit, einen ſehr auffallenden Beweis für die ſo wenig wärmeleitende Kraft des Holzes zu beobachten. Ich war gerade im Gießhauſe zu München gegenwärtig, als Kanonen gegoſſen wurden, und bemerkte, daß der Gießer ſich eines hölzernen Inſtruments bediente, um das geſchmolzne Metall damit umzurühren. Es war ein Stück eines Eichenbretts, grün oder unzeitig, 2 Zoll dick, 10 Zoll breit, mit einem langen hölzernen Handgriff, der in deſſen Mitte in einem Loche befeſtigt war. Da dies Inſtrument ſehr oft gebraucht wurde und zuweilen eine beträchtliche Zeit lang im Ofen blieb, wo die Hitze überaus groß war; ſo wunderte ich mich, daß es nicht zerſtört

für den Durchgang der Wärme, die beym eintretenden Winter durch die vermehrte Klebrigkeit des Saftes entſtehen, und die für Wärme beynahe undurchdringliche Bedeckung, die Rinde, hinzu, ſo werden wir nicht länger in Verlegenheit ſeyn können, um von der Erhaltung der Bäume während des Winters, ohngeachtet der lange anhaltenden heftigen Fröſte, welchen ſie jährlich ausgeſetzt ſind, Rechenſchaft zu geben.

Eben ſo können wir auch, wie ich glaube, über die Erhaltung verſchiedener Arten von Früchten, wie z. E. Aepfel und Birnen, auf eine genugthuende Weiſe Rechenſchaft geben, die bekanntlich einen Grad der Kälte ohne zugefrieren aushalten, bey welchem ein gleiches Volumen reines Waſſers bald eine feſte Maſſe Eis werden würde.

Während die dichte Schaale der Früchte die Verdunſtung ihrer flüſſigen Theile, die wie bekannt, nicht ohne großen Verluſt der Wärme ſtatt finden kann, verhütet, wird auch die innere Bewegung dieſer flüſſigen Theile durch die Vertheilung derſelben in unzählbaren kleinen Zellen, in welchen ſie eingeſchloſſen ſind, ſo ſehr gehindert, daß die Mittheilung ihrer Wärme an die Luft, nach unſerer Hypotheſe, nur ſehr langſam und ſchwierig von ſtatten geht. Doch gefrieren dieſe Früchte zuletzt, wenn die Kälte ſehr heftig iſt; denn man muß nur bedenken, daß ſie faſt blos aus liquiden Theilen und nur aus ſolchen beſtehen, die durch die Kälte nicht klebrig wer-

ſtört wurde, noch mehr aber, als ich bey Beſichtigung des Theils des Brets, der im geſchmolznen Metall eingetaucht geweſen war, fand, daß die Hitze es nur bis zu einer unbeträchlichen Tiefe durchdrungen hatte, daß $\frac{1}{10}$ Zoll abwärts von ſeiner Oberfläche es gar nicht gelitten zu haben ſchien. Die Farbe des Holzes blieb unverändert, ja es ſchien nicht einmal ſeine Feuchtigkeit verlohren zu haben.

werden; und noch mehr, daß ſie offenbar nicht dazu beſtimmt waren, ſehr ſtrenge Kälte lange Zeit hindurch auszuſtehen.

Paſtinaken und gelbe Rüben, und verſchiedene andere Wurzelarten, halten noch länger in der Kälte aus, als Aepfel und Birnen, ohne zu gefrieren; ſie ſind aber auch weniger waſſerhaltig, und ich glaube, daß die Gefäße, in welchen ihre flüſſigen Theile enthalten ſind, kleiner ſind. Gerade dieſe Umſtände müſſen, unſern angenommenen Principien gemäß, den Austritt ihrer Wärme aus ihnen erſchweren, und daher alſo ihr Gefrieren hindern.

Es iſt aber noch ein andrer und ein ſehr bemerkenswerther Umſtand übrig, der, wenn unſre Muthmaßungen in Anſehung der Fortpflanzung der Wärme in liquiden Körpern wahr ſind, eine ſehr wichtige Rolle bey der Erhaltung der Wärme, und folglich des Lebens der Thiere und Pflanzen in kalten Climaten, ſpielt. Da indeß die Wahrſcheinlichkeit aller dieſer Folgerungen gar ſehr von der Gewißheit des großen Fundamentalfactums, auf welches alles das gebaut iſt, abhängt, — nämlich der innern Bewegung der Theile liquider Stoffe, die bey ihrem Erwärmen oder Abkühlen nothwendig ſtatt findet, ſo werde ich, ehe ich in dieſen Speculationen weiter fortfahre, mich beſtreben, noch mehr Licht auf dieſen wiſſenswürdigen und intereſſanten Gegenſtand zu werfen.

(Die Fortſetzung folgt).

Digitized by Google

Zuſatz des Herausgebers.

Den bekannten ſchätzbaren Bemühungen und den ſcharfſinnigen Unterſuchungen des hochachtungswürdigen Herrn Verfaſſers der vorſtehenden Abhandlung verdanken wir die hauptſächlichſten Fortſchritte in der ſo überaus wichtigen Lehre von der wärmeleitenden Kraft der Körper. Aber je größer das Anſehen iſt, das er ſich durch ſeine Experimentalunterſuchungen in dieſem Fach mit Recht erworben hat, deſto weniger darf man die Zweifel, die ſich gegen die Gültigkeit der Folgerungen, die er in dem gegenwärtigen Aufſatze macht, erheben laſſen, überſehen; und da geſtehe ich, daß mir die Schlüſſe des Herrn Verfaſſers aus den Thatſachen, auf die er ſie bauet, nicht durchaus gegründet, oder dadurch bewieſen zu ſeyn ſcheinen.

Es iſt Thatſache, und durch die entſcheidenſten Verſuche erwieſen, daß feſte Subſtanzen bey ihrem Uebergange in den Zuſtand der tropfbaren Flüſſigkeit, und daß tropfbar-flüſſige bey ihrem Uebergange zur elaſtiſchen Flüſſigkeit, Wärme latent machen oder Wärmeſtoff verſchlucken, daß folglich die Quantität der Wärme, die zum Schmelzen der feſten, oder zum Verdunſten und Verflüchtigen der feſten oder liquiden Subſtanzen verwandt wird, keine Temperaturerhöhung zuwege bringen könne. Es iſt alſo auch unleugbar, daß die Wärme, welche von einem erhitzten Körper an eine ſchmelzbare oder verdunſtbare Materie tritt, und ſie zum Schmelzen oder Verdunſten bringt, darin fürs Gefühl oder das Thermometer ſo gut wie verlohren gehe, ſo lange ſie latent bleibt, nicht wieder, wenn ich ſo ſagen darf, zurückgeworfen werde, keinen gegenſeitigen Wechſel oder keine mittlere Temperatur hervorbringe. Wenn alſo ein ſolcher ſchmelzbarer oder verdunſtbarer

barer Stoff um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bildet, ſo geräth die von dieſem austretenden Wärmematerie gewiſſermaßen in einen Schlund, aus dem ſie nicht wieder heraustritt, und es muß da nothwendigerweiſe die Abkühlung des erhitzten Körpers bey übrigens gleichen Umſtänden ſchneller erfolgen, als wenn er mit einer Hülle umgeben iſt, die ſelbſt eine Temperaturerhöhung erleidet, und wo der Verluſt der Wärme des darin eingeſchloſſenen erhitzten Körpers nur die Differenz des gegenſeitigen Wechſels ihrer beiderſeitigen Wärmetheile iſt. Schmelzbare und verdunſtbare Subſtanzen ſind alſo hiernach beſſere Leiter der Wärme, als nicht ſchmelzbare und fixe. Aus eben dem Grunde ſind Holzkohlen, Federn, Haare, Wolle, Holz, Stroh, ſchlechte Leiter für die Wärme; ſchmelzendes Eis, Waſſer, Weingeiſt ꝛc. gute und beſſere Leiter. Die wärmeleitende Kraft der Körper beſteht alſo hauptſächlich in dem Vermögen derſelben freye Wärme zur latenten zu machen.

Die Wärmematerie kann als Materie andere Subſtanzen nicht mechaniſch durchdringen, eben weil auch ſie undurchdringlich ſeyn muß; nur durch Anziehung anderer Stoffe dagegen kann ſie dieſe durchdringen. Die Fortpflanzung der Wärme in andern Materien ſelbſt, in ſo fern dieſe mit Stetigkeit ihren Raum erfüllen, kann alſo nicht anders geſchehen, als daß die Wärmetheile davon angezogen werden; und daher bin ich jetzt überzeugt, daß auch die Wärmetheilchen, welche Rarefaction hervorbringen, oder thermometriſch wirken, ebenfalls latent werden; nur daß freylich dieſe Wärmetheilchen, weil ſie auch nicht chemiſch gebunden ſind, durch jeden Körper von niedrigerer Temperatur ſtärker angezogen werden, und ſich denn wieder in dieſen thermoſkopiſch zeigen, oder Rarefaction zuwege bringen.

Wenn

Digitized by

Wenn endlich die Theile einer Materie Verſchiebbarkeit in einem hohen Grade beſitzen, wie die aller flüſſigen Stoffe, ſo müſſen nach hydroſtatiſchen Geſetzen die erwärmten und deshalb im Volum zugenommene Schichten in den kältern, und daher ſpezifiſch ſchwerern aufſteigen, eben weil die Fortpflanzung der Wärme in dem Raume der ganzen Maſſe, die aus dem vorhin angeführten Grunde durch Anziehung der Materie in dieſem Raume geſchieht, nicht momentan ſeyn kann. Allerdings muß daher die Abkühlung eines erhitzten Körpers in einem Medium, deſſen Theile durch die Temperatur-Veränderung in Bewegung geſetzt werden, anders erfolgen, als wenn dieſe unbewegt an ihrer Stelle bleibe; und die wärmeleitende Kraft der flüſſigen Mittel muß aus dieſer Urſach größer ſeyn, als ſie ſeyn würde, wenn ihre Theile durch die Wärme nicht in Bewegung geſetzt würden.

Gegen eben dieſe Behauptung des Herrn Verfaſſers, daß die wärmeleitende Kraft flüſſiger Subſtanzen vermindert wird, wenn die Bewegung ihrer Theile durch Wärme gehemmt wird, kann nun wohl kein Zweifel ſtatt finden; aber darin ſcheint er mir zu weit zu gehen, wenn er weiter behauptet, daß die flüſſigen Stoffe an ſich wirkliche Nichtleiter (Nonconductors) der Wärme wären, und nur zu Folge der Bewegung ihrer Theile die zugeführte Wärme fortführten; ja daß unter den individuellen Theilen flüſſiger Körper kein gegenſeitiger Wechſel (Changement) ihrer Wärmetheilchen ſtatt finde. Denn da dieſe Theile flüſſiger Subſtanzen Temperatur-Veränderung erleiden, ſo müſſen ſie auch Wärmeſtoff empfangen und mittheilen können, und folglich muß auch die Wärme in ihnen ſelbſt und durch ſie ſelbſt ſich fortpflanzen, wie in jeder Materie. Was heißen individuelle Theile des Waſſers? In einem Liquidum, das ſeinen

Raum

Raum als Continuum erfüllt, kann ich keinen Theil den kleinſten nennen, und es iſt folglich jener Ausdruck ganz unbeſtimmt. Daß aber die Bewegung der Schichten, die durch Wärme veranlaßt wird, durch die von dem Herrn Verfaſſer gebrauchten Mittel wirklich gehemmt werde, wie er vorausſetzt, hat er, meinem Urtheile nach, nicht erwieſen; ſondern die Reſultate ſeiner Verſuche folgen ganz natürlich daraus, daß ein Gemenge aus einer die Wärme ſchlechter und einer ſie beſſer leitenden Subſtanz die Wärme ſchlechter leiten müſſe, als die letztere allein. Bey den Verſuchen mit der Maſſe der geſchmorten Aepfel iſt auch noch der Umſtand zu erinnern, daß er die ſchleimigten und zuckerartigen Theile derſelben ganz überſehen hat, die aus dem vorher angeführten Grunde ſchlechtere Leiter der Wärme ſind, als reines Waſſer; und überdem durch ihre Anziehung zum Waſſer die Verdunſtbarkeit deſſelben ſchwächen, und alſo auch in ſo fern noch ſeine wärmeleitende Kraft vermindern können.

Noch führe ich hier an, daß ſchmelzbare Subſtanzen die ſtärkſte wärmeleitende Kraft im Act ihres Schmelzens äußern, und daher bey niedrigern Temperaturen, die nicht zu ihrem Schmelzen hinreichen, ſchlechtere Leiter der Wärme ſeyn können. So iſt es z. B. mit dem Schnee, der für Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ein ſchlechter Leiter der Wärme, für die über dem Gefrierpunkt hingegen ein ſehr ſtarker iſt. Eben ſo ſind auch geſchmolzene Subſtanzen im Act ihres Erſtarrens oder Gerinnens ſchlechte Leiter der Wärme, wie geſtehender Talg, Wachs, u. d. gl. beweiſt. Die Gründe fließen aus dem, was ich über die Urſach der wärmeleitenden Kraft angeführt habe.

G.

5.

5.
Beſchreibung
der
tragbaren Feuerſprütze, welche Herr Dr. van Marum zu ſeinen Verſuchen*) gebraucht hat**).

ABCD (F. 4. T. I.) iſt die Pumpe aus geſchlagenem Kupfer verfertigt; ſie iſt 19 Zoll lang und 3 Zoll breit. E iſt der Sauger; F die Klappe. Dieſe Pumpe iſt mit einer kupfernen Büchſe GHIK umgeben, welche 6 Zoll weit iſt, worin die Pumpe nach Einer Seite ſteht, ſo wie es in der Zeichnung vorgeſtellt iſt. L iſt eine ſchrägſtehende Klappe, die das Waſſer durchläßt, wenn es beym Niedrücken des Saugers aus der Pumpe in die ſie umgebende Büchſe gepreßt wird, und die das Waſſer verhindert, in die Pumpe zurückzukehren, wenn der Sauger in die Höhe gezogen wird. Dieſe Klappe ſteht 3 Zoll über dem Boden der Büchſe. MNO iſt eine kupferne Röhre, durch welche das Waſſer in die lederne Schlange P, welche an dieſelbe in O angeſchraubt iſt, herauf gepreßt wird. Dieſe lederne Schlange, die ohngefähr 1½ Zoll weit, und 4 Fuß lang iſt, hat an ihrem Ende eine kupferne Sprützröhre Q, welche 20 Zoll lang iſt. An das Ende dieſer Sprützröhre, welche ¾ Zoll weit iſt, iſt ein kupferner Knopf angeſchraubt, worin

*) S. oben S. 164. ff.

**) Aus dem holländiſchen Mſcrpt. überſetzt. G.

worin ein Sprützloch von ¼ Zoll im Durchmeſſer iſt. Weil die Büchſe GHIK, welche die Pumpe umgiebt, luftdicht ſchließt, ſo wird die Luft, welche in dieſer Büchſe iſt, genöthigt, einen deſto kleinern Raum einzunehmen, je nachdem mehr Waſſer in dieſes Gefäß eingepreßt wird. Die alſo zuſammengepreßte oder verdichtete Luft, welche auf die Oberfläche des in der Büchſe enthaltenen Waſſers drückt, treibt daſſelbe durch die Röhre MNO in die lederne Schlange, und bewirkt einen Strahl, der deſto höher ſteigt, oder einen deſto größeren Raum beſtreicht, je mehr die Luft in der Büchſe GHIK durch das Waſſer verdichtet wird, das man hineinpreßt. Dies hängt von der Schnelligkeit ab, womit man beym Pumpen verfährt. Ein Mann von mittelmäßiger Stärke kann durch dies Werkzeug das Waſſer zu einer Höhe oder Entfernung von 40 oder 44 Fuß bringen, ja man kann ſogar 50 Fuß damit beſtreichen.

Aus dieſer Beſchreibung ſieht man, daß die Beſchaffenheit dieſer Brandſprütze nicht weſentlich von den gewöhnlichen Feuerſprützen verſchieden iſt. Dieſe Büchſe, worin die Luft zuſammengepreßt wird, ſteht in unſeren gewöhnlichen Sprützen zur Seite der Pumpe, oder zwiſchen beiden Pumpen in den größeren Sprützen. In dieſem Werkzeuge ſteht die Luftbüchſe um die Pumpe herum, und in dieſer Hinſicht ſtimmt es mit der Feuerſprütze überein, deren man ſich häufig in Frankreich bedient, und welche in Briſſon's Traité élementaire de phyſique, Tom. I. §. 428. beſchrieben iſt. Die beſchriebene Pumpe und Luftbüchſe ſteht in einem hölzernen Troge, welcher zur Seite die Geſtalt abcd hat, und unten 8 Zoll weit iſt. An dem Boden dieſes Troges, der bey b zwey Zoll heraus ſteht, iſt mit einem Scharnier das Brett ef beveſtigt, welches bis auf die Erde heruntergelaſſen wird, wenn man dies Werkzeug gebrauchen

chen will. Der Mann, der die Pumpe in Gang bringt, ſtellt ſich auf dieſes Brett, um durch ſeine Schwere die Pumpe veſtzuhalten. — Die Pumpe ſteht nicht auf dem Boden des Troges, ſondern auf einem Brett, welches einen halben Zoll über dem Boden liegt, damit das Waſſer, welches man in den Trog gießt, einen freyen Zugang zu der Klappe F habe. Die Pumpe iſt in dem Troge durch den Deckel g h befeſtigt, worin ein rundes Loch iſt, in welches der obere Theil der Pumpe paßt.

Der Sauger wird auf und niederbewegt durch den eiſernen Hebebaum i k, an welchem die Saugerſtange durch das Scharnier l beveſtigt iſt. Dieſer Hebebaum hat an dem einen Ende i ein Queereiſen oder Bolzen, deſſen Enden von zwey Eiſen gefaßt und getragen werden, die an der innern Seite des Troges angeſchraubt ſind, und wovon eins durch m n vorgeſtellt wird. An dem andern Ende des Hebebaums ſind zwey eiſerne Ringe, worin eine Handhabe o p geſteckt wird, die man durch eine eiſerne Pinne q beveſtigt, wenn man das Werkzeug gebraucht. Wenn man es gebraucht hat, nimmt man dieſe Handhabe weg, und beveſtigt das Brett in der Lage e f durch den Hacken r, um die Sprütze deſto bequemer forttragen zu können.

In dem Troge ſteht ein kleines Brett s t, welches mit einer großen Anzahl kleiner Löcher durchbohrt iſt; dies dient zu einem Siebe des Waſſers, welches man in den Trog gießt, damit nichts in die Pumpe kommen kann, welches hinderlich ſeyn könnte.

6.

Anzeige

einer

neuen und bequemen Art, die Luft in Zimmern und Verſammlungsſälen zu reinigen *).

Harlem, den 20ſten Dec. 1796.

Dr. van Marum hat vergangene Mittwoch, in ſeinen öffentlichen Vorleſungen der Phyſik, ein neues Mittel vorgeſchlagen und unterſucht, um aus Zimmern oder Verſammlungsſälen, worin viele Menſchen zuſammenkommen, die durch das Athemholen bis zu einem merklichen Grad verdorbene oder der Geſundheit ſchädliche Luft auszutreiben, und hiedurch der Außenluft Gelegenheit zu verſchaffen, ihren Platz zu erſetzen.

Er bemerkte erſtlich, daß die Zug- oder Luftröhren, die man über ſolchen Verſammlungsſälen, Schaubühnen, oder andern Plätzen, wo viele Menſchen zuſammenkommen, zur Entledigung der verdorbenen Luft angebracht findet, dieſer Abſicht nicht entſprechen: indem die einzige Urſache des Aufſteigens der Luft in denſelben in dem mindern Gewicht oder der Leichtigkeit der Luft beſteht, die daſelbſt eine Folge ihrer Erwärmung iſt, und indem dieſer Unterſchied des Gewichtes oft nicht groß genug iſt, um den Luftſtrömen, die durch dieſe Röhren gehen, eine merkliche Geſchwindigkeit zu geben. Damit nun benannte

*) Aus der N. Alg. Konſt- en Letterbode. Nr. 156. 1796.

nannte Röhren beſſer zur Entledigung der verdorbenen Luft dienen könnten, that er den Vorſchlag, in denſelben die Luft durch die bey uns ſchon überall bekannt gewordenen engliſchen Lampen zu erwärmen, und er zeigte, wie ſolches auf eine doppelte Art geſchehen könne: entweder dadurch, daß man eine ſolche Lampe, die zu dieſem Endzweck eingerichtet iſt, in der Luftröhre anbringt, oder daß man eine ſolche Lampe von gewöhnlicher Arbeit einige Zoll unter die Luftröhre ſetzt.

Um ſowohl von dem einen als dem andern die Bewerkſtelligung zu verſuchen, bediente er ſich eines dicht verſchloſſenen hölzernen Kaſtens, der ungefähr 20 Cubik-Fuß enthielt, und deſſen zwey Seiten größtentheils von Glas waren. In dieſem Kaſten wurde die Luft mit Rauch von glimmenden Holzſpänen angefüllt, damit hierdurch ihre Ausbreitung aus demſelben ſichtbar werden möchte. Nahe an einer Ecke dieſes Kaſtens ſtand auf demſelben eine blecherne Röhre von ungefähr 4 Fuß Länge und 5 Zoll im Durchmeſſer. In dieſe Röhre wurde kurz über dem Kaſten eine Lampe geſtellt; und nun ſahe man, ſo bald ein Thürchen an der gegenüberſtehenden Seite des Kaſtens einen Finger breit geöffnet wurde, daß die mit Rauch erfüllte Luft mit merklicher Schnelligkeit durch die Röhre aufſtieg, und daß ungefähr nach einer Minute der Kaſten beynahe ganz von Rauch gereinigt, und alſo mit friſch hineingekommener Luft angefüllt war. — Da die Luft im Kaſten aufs neue mit Rauch angefüllt war, ſtellte er jetzt die Lampe im Kaſten unter die Röhre, ſo daß die Flamme beynahe einen Fuß innerhalb dieſer Oeffnung ſtand; und die Luft wurde wieder, ſo weit man ſehen konnte, mit gleicher Schnelligkeit, wie in dem vorigen Falle, durch die Röhre ausgetrieben.

Aus dieſen Verſuchen machte Dr. van Marum den Schluß, daß man ſich auf gleiche Art ſolcher in oder

unter dergleichen Zugröhren geſtellten Lampen bedienen könne, um die durch das Athemholen, und durch das Brennen der Kerzen oder Lampen verdorbene Luft aus den Zimmern oder Verſammlungsſälen herauszutreiben. In Zimmern, in denen man ſolche Lampen in die Ecken ſtellen will, kann man ſie des Abends zugleich zur Erleuchtung und Reinigung der Luft gebrauchen, wenn man nämlich die Lampe ungefähr einen Fuß unter die Decke ſtellt, und oberhalb derſelben eine Zugröhre anbringt, die einige Fuß lang iſt, und deren oberſtes Ende entweder zum Dache hinausgeht, oder unter dem Dache die Luft auf den Boden bringt. In Verſammlungsſälen, worin man viele Lampen in der Mitte an einen Kronleuchter hängt, kann man, wie Dr. van Marum durch eine Probe mit drey Lampen zeigte, alle Lampen zuſammen wirken laſſen, um einen Luftſtrom mit merklicher Geſchwindigkeit durch eine Röhre hinauszutreiben, die mitten über den Kronleuchter angebracht iſt; wenn nämlich eine hole runde blecherne oder kupferne Platte, die alle Lampen verdeckt, an das untere Ende der Röhre beveſtigt iſt, welche wie ein Trichter dazu dient, die durch alle dieſe Lampen erwärmte Luft nach beſagter Röhre hinzuleiten. Dieſe Platte kann, wie Dr. van Marum zeigt, die Geſtalt haben, daß ſie wie ein Hohlſpiegel das Licht der Lampen auf die vortheilhafte Art durch den ganzen Saal verbreitet, und alſo die Verminderung des Lichts erſetzt, die ſonſt durch den höhern Stand der Lampen erfolgen würde. Hierbey iſt nach Dr. van Marum zu bemerken, daß die durch das Athemholen, oder durch das Brennen der Kerzen oder Lampen verdorbene Luft allezeit am beſten durch eine Oeffnung nahe an der Decke, oder in dem oberſten Theile des Saals herausgetrieben werden kann; indem die verdorbene Luft durch ihre Erwärmung und daraus entſtandene Leichtigkeit vor allen Dingen den oberſten

Digitized by Google

Theil des Saals einnimmt. Eine ſolche Zugröhre würde daher der Erwartung kein Genüge leiſten, wenn man, um die Lampen nicht ſo hoch zu ſtellen, ihre Oeffnung unter der Decke anbringen wollte, und je nachdem dieſe Oeffnung niedriger gemacht würde, würde auch die verdorbene Luft des Saals aus den angegebenen Gründen deſto weniger durch die Röhre entlaſſen werden.

Hierauf ſprach er davon, wie man die Oeffnungen am beſten anbringen könnte, um der äußeren Luft Zugang zu derſelben zu verſchaffen, wodurch denn die verdorbene Luft auf dieſe oder eine ähnliche Art entlaſſen wird. Wenn man, um keine Unbequemlichkeit vom Zuge zu haben, eine Seitenöffnung kurz unter der Decke anbringt, ſo wird alsdann durch eine Zugröhre nicht ſo viele verdorbene Luft ausgetrieben; indem die eindringende friſche Luft zum Theil geradesweges nach der Zugröhre geht. Um dies zu zeigen, machte er eine runde Seitenöffnung von ungefähr 4 Zoll im Durchmeſſer oben an beſagten Kaſten, und als er jetzt den vorher beſchriebenen Verſuch mit der Lampe in der Zugröhre anſtellte, ſo ſahe man, daß der Kaſten nicht ſo ſchleunig vom Rauch gereinigt wurde, als wie das Thürchen einen Finger breit offen ſtand. Je niedriger man die Oeffnungen zur äußeren Luft macht, deſto beſſer werden ſie mitwirken, um Zimmer oder Verſammlungsſäle von der verdorbenen Luft zu ſäubern. Um aber keine Unbequemlichkeit vom Zuge zu haben, den die eindringende äußere Luft verurſacht, ſchlug er vor, die Oeffnungen zur äuſſeren Luft etwas höher als die Länge eines gewöhnlichen Menſchen, und alſo 7 oder 8 Fuß über dem Fußboden des Saales anzubringen.

Zuletzt zeigte er durch einen Verſuch, wie die Schnelligkeit des Luftſtroms in der Röhre, worinn die

Luft erwärmt wird, nicht allein von der Erwärmung abhängt, ſondern auch von der Weite der Oeffnungen, durch welche die äußere Luft eindringt; und daß man deswegen beym Gebrauch ſolcher Luftröhren, durch Verminderung oder Verſchließung einiger Oeffnungen den Luftſtrom mäßigen kann, um in den Fällen, wo es zur Erfriſchung der Luft nicht nöthig iſt, dieſelbe ſo ſchnell durch die Röhren aufſteigen zu laſſen, dadurch des Winters nicht zu viel Wärme zu verlieren.

Digitized by Google

7.

Anzeige
des
Herrn Doctors van Marum,
wie man
auf eine neue Art in Zimmern und Verſammlungsſälen die Luft reinigen könne*).

Der Verfaſſer der Letterbode gab im 156ſten Stücke (Freytags den 23ſten December 1796) Nachricht von einem Mittel, wie man in Zimmern und Verſammlungsſälen die Luft reinigen könne, welches ich vorigen Winter in meinen öffentlichen Vorleſungen der Phyſik vorgetragen, und damit, ſo weit es der Raum zuließ, einen Verſuch angeſtellt habe. Dieſe Anzeige enthält nur dasjenige, was der Verfaſſer in den Vorleſungen, denen er ſelbſt beywohnte, angemerkt hat.

Seit dieſer Zeit habe ich etwas genauere Unterſuchungen angeſtellt, von denen ich jetzt den Erfolg mittheilen will, damit man hieraus ſehen möge, auf welche einfache und wohlfeile Art man vorzüglich des Winters in Verſammlungsſälen oder Zimmern, worin viele Menſchen zuſammen kommen, ſich von der Luft befreyen kann, die durch Athemholen, und durch das Brennen der Kerzen und Lampen verdorben iſt, und deren Einathmung ſo viele Krankheiten und Unpäßlichkeiten zuwege bringt.

*) N. allgem. Konſt- en Letterbode. 3. Nov. 1797.

Man wird ſich erinnern, daß das von mir vorgeſchlagene Mittel darin beſtand, daß man eine Lampe unter eine gerade blecherne Röhre ſetzt, deren untere Oeffnung gegen den Boden gekehrt iſt, und die ſich kurz unterm Dache endigt (oder welches viel beſſer iſt) durch das Dach hindurch geht. Die Luft wird in einer ſolchen Röhre durch die Hitze der Lampe erwärmt; und da nun hiedurch ihre Ausbreitung, und folglich auch ihre Leichtigkeit zunimmt, ſo ſteigt ſie beſtändig in der Röhre auf. Auf dieſe Art wird die Luft mit einer merklichen Geſchwindigkeit durch die Röhre aus dem Zimmer herausgetrieben. Die Wirkung einer ſolchen Röhre, worunter eine Lampe hängt, habe ich ſchon in dem chemiſchen Laboratorium der Teylerſchen Stiftung verſucht, wo ich auf beſagte Art eine blecherne Röhre von 9 Zoll Weite und 10 Fuß Länge aufgeſtellt habe. Unter dieſer Röhre hatte ich nahe an der Oeffnung eine Lampe aufgehängt, welche durch eine Schnur, die über eine Rolle *) läuft, gehalten wird. Hieran befinden ſich drey Lampen an ſo kurzen Armen, daß ſie alle und zwar ganz unter der Oeffnung der Röhre ſtehen, damit die Luft in der Röhre durch die Lampen deſto mehr erwärmt und ausgebreitet, und alſo mit deſto gröſſerer Schnelligkeit ausgetrieben werde.

Die Schnelligkeit des Luftſtroms, der durch die Röhre aufſteigt, wenn die Lampe darunter hängt, iſt ſo merklich, daß eine brennende Kerze, (von ſechs auf ein Pfund), die man in die Oeffnung der Röhre hält, hierdurch gewöhnlich verlöſcht.

Um ferner die Luftreinigung durch dies Mittel zu unterſuchen, füllte ich beſagtes Laboratorium, welches an die 37 Fuß breit, und 21 Fuß hoch iſt, mit dem Rauche

*) Dieſe Rolle iſt an ein Queereiſen angeſchraubt, welches in der Röhre 5 oder 6 Zoll oberhalb des Randes befeſtiget iſt.

Digitized by Google

Rauche von glühenden Holzſpänen ſo viel als möglich an, hielt hierauf die brennende Lampe kurz unter die Röhre, und gab Acht, in wie viel Zeit dieſer ganze Raum vom Rauch gereinigt wurde. Bey verſchiedenen Verſuchen habe ich nun bemerkt, und einigen Augenzeugen gezeigt, daß dieſer Raum in einer Viertelſtunde ſo weit von Rauch leer geworden war, daß nur ſehr wenig übrig blieb. Ich habe in der Folge dieſen Verſuch an der nämlichen Stelle wiederholt, und nur eine einzelne Lampe unter die Röhre gehängt, und wahrgenommen, daß die Luft auch hierdurch mit merklicher Schnelligkeit durch die Röhre getrieben wurde, ſo daß beſagter Raum in weniger als einer halben Stunde von Rauch beynahe ganz gereinigt war. Es iſt alſo durch dieſe Verſuche erwieſen, daß die Luft in Zimmern oder Verſammlungsſälen, welche durch das Athemholen und durch das Brennen von vielen Kerzen oder Lampen verdorben, oder mit Dampf beladen iſt, auf dieſe Art ſehr gut gereinigt werden kann.

In großen Zimmern oder Sälen kann man zu der Luftreinigung auf die vorgetragene Art, dieſelbigen Lampen gebrauchen, welche man zur Erleuchtung nöthig hat, und man kann durch zurückprallende blecherne Spiegel, die man um die Oeffnungen der Röhre ſtellt, bewirken, daß man von den Lampen, ob ſie gleich höher hängen, gleich viel Erleuchtung hat. Die in großen Sälen an Kronleuchtern hängenden Lampen können auch hierzu dienen, wenn man über dieſe Kronleuchter Trichter anbringt; (man leſe, was hiervon im vorſtehenden Aufſatze geſagt iſt). Auch findet man darin die Art und Weiſe beſchrieben, wie man der Außenluft Zugang verſchaffen muß, um den Raum der ausgetriebenen verdorbenen Luft zu erſetzen, und wie ſolches geſchehen kann, ohne unangenehmen Zug zu verurſachen.

Wann die Röhre zum Dache hinaus geht, muß ſie mit einer Drehkappe verſehen ſeyn, um zu verhüten, daß es nicht hinein regene. Dieſer Drehkappe habe ich eine ſolche Geſtalt zu geben geſucht, daß ſie zur Luftreinigung, wenn etwas Wind iſt, mitwirke. Der Ventilator von de Lyle de Saint Martin, der im Journal de Phyſique vom September 1788 beſchrieben iſt, hat mir zu dieſer Erfindung Veranlaſſung gegeben. De Lyle läßt den Wind über die Oeffnung der Röhre zwiſchen zwey Kappen gehen, die in einer Entfernung von einigen Zollen über einander ſtehen, welchen er zu dieſem Ende eine paſſende Form gab. Hierdurch hat er einen ſichern Luftzug durch die Röhre zuwege gebracht. Als ich der Urſache dieſes Zuges nachſpürte (wovon ich jetzt nicht ſprechen will), ſo fand ich, daß man einen ſolchen Zug der Luft bequemer und in einem ſtärkeren Grade würde erhalten können, wenn man die Seiten der Drehkappe, welche eine kegelartige Figur hat, nach vorne hin durch zwey Seitenſtücke verlängerte, die ſo geſtellt ſind, daß ſie nahe bey der Kappe, und vorne an dem Ende gleich weit von einander ſtehen; oben ſind ſie durch eine Decke, und unten durch eine Platte mit einander verbunden. — Wenn nun der Wind längſt dieſer Seitenſtücke der Drehkappe geht, ſo nimmt er die Luft mit, die an ihrer Oeffnung iſt, und verurſacht auf dieſe Art einen Luftzug durch die Röhre, ſo daß durch dieſelbe, wenn nur mäßiger Wind iſt, beſtändig ein Luftſtrom mit merklicher Geſchwindigkeit aufſteigt. Bey Unterſuchung der verſchiedenen Stellungen dieſer Seitenſtücke iſt es mir vorgekommen, daß der Luftzug durch die Röhre beynahe ſo ſtark iſt, wenn die Seitenſtücke ſich einander nähern, ſo daß ſie vorne beynahe einen Zoll breit näher bey einander ſtehen, als hinten. Die Geſchwindigkeit, womit die Luft durch die Röhre, worauf eine ſolche Drehkappe ſteht, bey einem

einem mäßigen Winde gezogen wird, iſt größer, als ich es hiervon erwartet habe. Der auf dieſe Weiſe verurſachte Zug wird bey einem mäßigen Winde in ſolchen Fällen zur Luftreinigung hinreichend ſeyn.

Als meine Art die Luft zu reinigen, durch meine im vorigen Winter gehaltenen Vorleſungen bekannt geworden war, erſuchte mich der Eigenthümer des Saals, worinnen hier die Volksverſammung gehalten wird, ihm hiervon nähere Nachricht zu geben, indem er geneigt ſey, davon Gebrauch zu machen, um die Luft in benanntem Saale, welche oft zur großen Unbequemlichkeit der Anweſenden mit Dampf beladen würde, zu reinigen. Ich zeigte ihm in unſerem Laboratorium, in wie kurzer Zeit die daſelbſt mit Rauch von glimmenden Holzſpänen angefüllte Luft gereinigt wurde, dadurch, daß ich die Lampe unter die Röhre brachte. Hierauf nahm er ſich vor, dieſe Art der Luftreinigung in ſeinem Saale nachzuahmen. Da aber dieſer Saal 80 Fuß lang, und 60 Fuß breit, und 22 Fuß hoch iſt, ſo gab ich ihm zu verſtehen, daß von einer einzelnen Luftröhre keine hinlängliche Reinigung der Luft in dieſem ganzen Raume zu erwarten ſeyn würde. Er fand es aber für gut, nur allein oberhalb des Theils des Saals, wo der Dampf gewöhnlich am hinderlichſten war, eine ſolche Röhre zu ſtellen; ſie iſt 12 Zoll weit, und 20 Fuß lang, geht zum Dache hinaus, und iſt mit einer Drehkappe verſehen, von der nämlichen Geſtalt, als ich beſchrieben habe. Als dieſe Röhre aufgeſtellt war, habe ich daſelbſt ihre Beförderung der Luftreinigung unterſucht, indem ich den Theil des Saals mit Rauch von glimmenden Tabaksſtielen anfüllte. Man ſahe, daß, ſo bald die Lampe bis an die Röhre aufgezogen war, der Dampf von allen Seiten nach der Röhre hinzog, und durch dieſelbe ausgetrieben wurde; man hat hievon in der

Digitized by Google

Volksverſammlung mehrmals die gute Wirkung geſpürt. Denn der Eigenthümer des Saals hängt jetzt ſelten (um Oel zu erſparen) die Lampe darunter, um ſo mehr, da er beobachtet hat, daß dieſe Röhre auch ohne Lampe ſehr dazu dient, den Dampf zu vermindern, vorzüglich wenn es etwas windig iſt, welches der beſchriebenen Figur der Drekappe, die auf dieſer Röhre ſteht, zuzuſchreiben iſt.

Von den beſchriebenen Zug- oder Luftröhren, wodurch die verdorbene Luft vermittelſt einer Lampe ausgetrieben wird, wird man auch Gebrauch machen können in Hoſpitälern oder Armen- und Gefangenhäuſern, wie auch auf den großen Schiffen, und man wird hievon durchgehends mehr Nutzen mit weniger Koſten haben können, als von den gewöhnlichen Ventilatoren; doch wird man auch hier, nach der verſchiedenen Beſchaffenheit des Orts, verſchiedene Einrichtungen treffen müſſen, um zu bewirken, daß die verdorbene Luft da zuerſt weggeſchaft werde, wo ſie am ſchädlichſten iſt. Ueber das eine und andere, deſſen Abhandlung hier zu weitläufig ſeyn würde, will ich bey einer anderen Gelegenheit meine Gedanken mittheilen.

Bayerische Staats-Bibliothek München

Digitized by Google

8.
Auszug aus Briefen
des
Herrn van Mons
in Brüſſel
an den Herausgeber,
über
verſchiedene neue phyſikaliſche Entdeckungen.

Brüſſel, am 16. Brum. 6.

— Ich eile, um Ihnen eine neue, ſehr intereſſante, chemiſche Entdeckung mitzutheilen. Vauquelin in Paris hat ein neues Metall im rothen ſibiriſchen Bleyerz gefunden. Dieſes Metall findet ſich darin im Zuſtande einer Säure, und dieſe gleicht keiner andern bekannten metalliſchen Säure; ſie hat blos einige ſchwache Aehnlichkeit mit der Molybdänſäure. Das Metall läßt ſich leicht reduciren, und wird von Säuren nur wenig angegriffen, ausgenommen von der ſalpetrigtſauren Salzſäure, die es in einen im Waſſer auflöslichen grünen Kalk verwandelt. Die Farbe des Metalles iſt gelblich weiß; es iſt ſehr hart. Die Säure dieſes neuen Metalles bildet mit dem Silber eine Verbindung von einem ſehr ſchönem Carminroth; mit dem Queckſilber ein helles Zinnoberroth, mit dem Bley ein Orangegelb, mit dem Kupfer ein Kaſtanienbraun. Ihre Verbindung mit dem Gewächsalkali iſt kryſtalliſirbar, und die Kryſtalle haben eine ſchöne orangerothe Farbe. Der grüne, durch Königs-

Königswaſſer erhaltene Kalk dieſes Metalles löſt ſich durch Sieden in den Alkalien auf, und in dieſem Zuſtande erzeugt er mit dem ſalpeterſaurem Bley rothes Bleyerz.

Die ſalzigte Säure bringt die Säure des neuen Metalles in den Zuſtand des grünen Kalks zurück, indem ſie ihm einen Antheil des Sauerſtoffs entzieht, und indem ſie ſelbſt dadurch in den Zuſtand der (oxigenirten) Salzſäure übergeht. Eine ſchwache Calcination raubt dem grünen Kalke ſeine ſalzigte Säure, und verwandelt es in einen tobakbraunen Kalk, der noch im Waſſer auflöslich iſt. Das rothe ſibiriſche Bleyerz enthält wohl 0, 35 dieſer metalliſchen Säure.

Um dieſe Säure daraus darzuſtellen, läßt Vauquelin zwey Theile ſibiriſches Bleyerz mit vier Theilen kohlenſaurem Gewächsalkali und 4000 Theilen Waſſer kochen. Es ſchlägt ſich der Bleykalk mit der Kohlenſäure verbunden nieder, und das Gewächsalkali bleibt mit der metalliſchen Säure aufgelöſt; oder er läßt vier Theile ſalzigter Säure mit einem Theile rothen Bleyerze ſo lange kochen, bis das Bley mit letzterer vereiniget iſt, und die Flüſſigkeit eine grüne Farbe erlangt hat. Man trennt nachher das ſalzigtſaure Bley durch Abdunſten und Kryſtalliſiren.

Vauquelin glaubt, daß die Verbindungen dieſer neuen Säure mit den verſchiedenen metalliſchen Subſtanzen in der Mahlerey und Emaillirkunſt nützlich angewendet werden können.

Sie wiſſen ohne Zweifel ſchon, daß Guyton in der Wolframſäure ein ſehr vortrefliches Präcipitirmittel des färbenden Stoffs entdeckt hat. Ich habe eine groſſe Anzahl von Verſuchen über den Färbeſtoff des Saftes der Aloe angeſtellt. Die verſchiedenen Säuren, machen die mit dieſem Safte gefärbte Seide lebhafter von Farbe,

und

Digitized by Google

und geben ihr nicht nur verſchiedene Nuancen, ſondern bringen ſie vom ſchönſten Violett zum zarteſten Lilas, und vom lebhafteſten Roth zum höchſten Orange. Ich habe nur wenig genugthuende Reſultate von ſeiner Anwendung auf Wolle erhalten. Die bloße Berührung der Luft bringt die verwundeten Blätter der Aloe zur violetten Farbe.

Herr Everling behauptet, daß bey der Vermiſchung der ſchwefelſauren und ſalzſauren Naphten beide Flüſſigkeiten ſo ſchnell in den expanſiven Zuſtand kommen, daß die Quantität des Wärmeſtoffs, den ſie dabey den berührenden Körpern entziehen, hinreichend groß iſt, um das Queckſilber zum Gefrieren zu bringen, und das Salpetergas in den liquiden Zuſtand zu verſetzen. Ich habe dies Gemiſch gemacht, aber nicht das Reſultat erhalten, was Herr Everling angiebt. Die dadurch hervorgebrachte Kälte war nicht einmal ſo beträchtlich, als die durch Naphtha, die nach Lowitzens Methode entalcoholiſirt iſt, erregte, und ohngeachtet mein Verſuch im Sommer angeſtellt wurde.

La Grange hat in Geſellſchaft mit Vauquelin durch ſehr gute angeſtellte Verſuche ausgezeichnete Unterſchiede zwiſchen der Benzoeſäure und Kampherſäure dargethan. Die letztere behauptet alſo ihren Platz unter den eigenthümlichen Säuren. —

Brüſſel, am 7. Brum. 6.

— Seguin hat dem National-Inſtitute die Beſchreibung eines neuen Gazometers vorgeleſen. Es empfiehlt ſich durch ſeine große Simplicität, und durch die vortheilhafte Einrichtung, daß man bey der Operation auch abweſend ſeyn kann. Eben dieſer Naturforſcher hat dem Inſtitute eine Arbeit vorgelegt, die ihm mit Lavoiſier gemeinſchaftlich iſt, nämlich über den chemi-

Digitized by Google

chemiſchen Prozeß des Athemholens. Er macht darin die merkwürdige Thatſache bekannt, daß wir bey der Reſpiration des Sauerſtoffgas nicht mehr davon zerſetzen, als wenn wir atmoſphäriſche Luft athmen: woraus denn folgt, daß die letztere ſo viel Sauerſtoffgas enthält, als wir durchs Athemholen verzehren können.

Eine Commiſſion des Inſtituts, die aus Guyton, Vauquelin und Fourcroy beſteht, beſchäftigen ſich jetzt mit Verſuchen über das Verbrennen des Diamants in Sauerſtoffgas. Sie haben bis jetzt nur kohlenſaures Gas erhalten. —

Brüſſel, am 13. Frim. 6.

— Ich würde Ihnen ſchon längſt auf Ihren Brief geantwortet haben, wenn mich nicht eine Miſſion, zu Folge eines Auftrags des Gouvernements, in den Depots der jetzt aufgehobenen Univerſität zu Löwen die phyſikaliſchen und chemiſchen Werkzeuge und Utenſilien, und die Bücher, die unſrer Centralſchule fehlen, auszuſuchen, ſeit drey Wochen ausſchließlich beſchäftigt hätte. —

Von wiſſenſchaftlichen Neuigkeiten melde ich Ihnen jetzt blos, daß Vauquelin entdeckt hat, daß der Chryſolith von Joailliers, den man bis jetzt zu den Edelſteinen rechnete, kryſtalliſirte phosphorſaure Kalkerde ſey.

9.

Auszug aus einem Schreiben des Herrn Prof. Volta zu Pavia an den Herausgeber.

Como, am 6. Sept. 1797.

— Herr Brugnatelli hat im XIII. Vol. der Annali di Chimica die Briefe mitgetheilt, die ich vergangenes Jahr an Sie ſchrieb, und die Sie in Ihrem Journale bekannt machten. Ich habe darin einige Veränderungen und Zuſätze gemacht,* wie Sie finden werden, und noch einen andern langen Brief an Sie beygefügt, der im XIV. B. dieſer Annal. erſcheinen wird. Er beſteht aus zwey Theilen; der erſtere handelt von den Verſuchen, durch die ich vermittelſt des Duplicators die Electrizität bemerkbar mache, welche die verſchiedenen Metalle durch ihren bloßen wechſelſeitigen Contact erlangen; der zweyte betrift andere Verſuche, durch welche ich ſie unmittelbar, ohne des Duplicators zu bedürfen, ſenſibel mache, Verſuche, die mir voriges Jahr noch nicht gelungen waren, und deren Erfolg damals noch nicht ſo gut war, als zu Anfang des gegenwärtigen. Da nun dieſer neue Brief oder dieſe Abhandlung vielleicht erſt nach einigen Monaten Ihnen zu Händen kommen möchte, ſo will ich Ihnen hier einige der frappanteſten Verſuche beſchreiben.

Ich nehme zwey Platten, eine von Silber, die andere von Zink, jede etwa 3 Zoll im Durchmeſſer, deren Oberflächen recht eben und gleichförmig, mehr glänzend, als matt, trocken und rein ſind; und iſolire eine jede durch eine mit Siegellack überzogene Glasſäule. Ich applicire eine Platte an die andere, und nehme ſie einen Augenblick nachher aus einander: dies iſt hinreichend, daß die Platte von Zink Zeichen von poſitiver, und die Platte von Silber Zeichen von negativer Electrizität an dem Bonnetſchen Electrometer giebt, ſo, daß die Goldblättchen 1 oder $1\frac{1}{2}$ Linien divergiren, je nachdem die Oberflächen der Platten mehr vereinigt und reiner, und ihre Iſolirungen in gutem Zuſtande ſind.

Ich wiederhole den Verſuch, indem ich eine Platte iſolirt halte, und ſie an die andere nicht iſolirte applicire; wo dann die Electrizität dieſer iſolirten Platte ſich doppelt ſo ſtark zeigt, und die Blätter des Electrometers 2, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien aus einander gehen macht.

Will man eine noch ſtärkere Electrizität haben? Man nehme meinen Condenſator auf folgende Art zu Hülfe. Man applicire die iſolirte Platte an die nicht iſolirte zu wiederholten malen hinter einander, und bringe ſie bey jedesmaligem Abnehmen mit dem Knopfe einer kleinen leidener Flaſche (von 3 oder 4 Quadratzoll Belegung) in Berührung: wenn man dies 30 oder 40 mal thut, ſo wird die Flaſche hinlänglich geladen ſeyn, um in einen kleinen Condenſator die Electrizität bis auf den Punkt zu bringen, daß ſie an dem Electrometer bis 20 Grade oder darüber zeigt, oder ſogar einen kleinen Funken giebt.

Der Condenſator, deſſen ich mich gewöhnlich bey dieſen Verſuchen bediene, iſt eine der andern ähnliche Platte, welche auf einem Stück Wachstuch (toile

cirée

Digitized by Google

cirée), das auf irgend einer leitenden Fläche ausgebreitet iſt, oder noch beſſer auf der Haube des Electrometers liegt, (wenn dieſe Haube nicht breit genug iſt, um ſelbſt als Platte zu dienen), und an welche ich meine, mit einer Art Handſchuh von Wachstuch bekleidete, Hand applicire, u. ſ. w. Dieſer Handſchuh-Condenſator (Condenſator à gant), den ich ſchon vor mehrern Jahren in dem erſten meiner Briefe über die electriſche Meteorologie *) beſchrieben habe, vereiniget mehrere Vortheile.

Eine andere Weiſe, die Electrizität zu vermehren, welche die verſchiedenen Metalle, beſonders gut ausgewählte und gehörig zugerichtete Platten, durch ihre wechſelſeitige Berührung erlangen, eine Weiſe, die mir vor den andern gelang, weil ſie weniger Bedingungen von Seiten der Metalle erfordert, weil dabey nicht nöthig iſt, daß die Berührung in breiter Fläche geſchehe, u. ſ. w., ob ſie gleich ſonſt mehr Apparat und Handthierung erfordert, beſteht darin, dem Duplicator des Nicholſon eine ſolche metalliſche Electrizität mitzutheilen, der nun durch ſein hinlänglich bekanntes Spiel ſie, ſo ſchwach ſie auch iſt, bis zum verlangten Grade, und bis zum Funken, erheben kann. —

*) Volta's meteorologiſche Briefe. B. I. Leipz. 1793. S. 48 ff. G.

Verzeichniß einiger Druckfehler im zweyten Heft des vierten Bandes.

Seite 185, 10te Zeile von unten herauf, leſe man ſtatt $h = \frac{4bh.\frac{1}{2}h}{l}$, $R = \frac{4bh.\frac{1}{2}h}{l}$.

Seite 188, 11te Zeile von oben, muß das erſte Glied der Proportion 6. 3 ſtatt 6. 33 heißen.

Seite 193, 4te Zeile von unten, leſe man $\int 2y^2 dx = 2r^2x - \frac{2}{3}x^3$.

Seite 195, 6te Zeile von unten, leſe man $\frac{(R^2 - r^2).\frac{8}{3}R^3}{R^2} = \frac{8}{3}R(R^2 - r^2)$.

Seite 196, 9te Zeile von oben, leſe man $| ad^2 - 2ad.bd + bd^2$.

Ebendaſelbſt, 6te Zeile von unten, leſe man $\int 2Rr^2 \sin z^2 d \cos z$ ſtatt $\int 2Rr^2 \sin z^2 d \cos Z$.

Seite 205, 12te Zeile von unten ſetze man ſtatt $\frac{8}{3}R(R^2 - r)$, $\frac{8}{3}R(R^2 - r^2)$; ebendaſelbſt 5te Zeile von unten ſtatt $\frac{4}{3}(+r)$; $\frac{4}{3}(R+r)$.

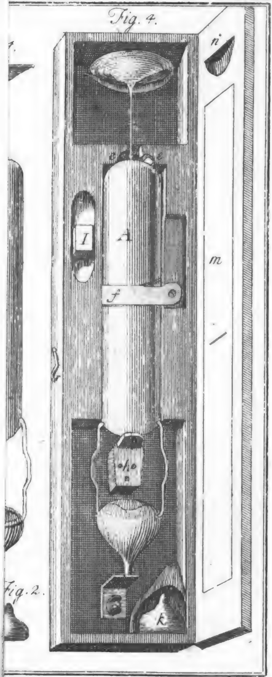
Seite 206, oben, leſe zu den letzten Werth, zu dem letzten Werth; eben daſelbſt, 6te Zeile von unten leſe welcher die Dicke des Ringes u. ſ. w.

Seite 207, in der Mitte, nach den Worten: Daher hat man die Kraft V. ſchiebe ein: am dünnen Cylinder zur Kraft V.

Seite 211, oben, leſe man: Es ſey L = 1 u. ſ. w.

Bayerische Staats-Bibliothek München

Digitized by Google



Liebe f.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google